ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1933.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES RICHET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Gustave Binger**, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, qui, pour la première fois, assiste à la séance.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Composition comparée de la matière sèche de feuilles homologues des rameaux fructifères et des rameaux naturellement stériles d'une vigne.* Note (¹) de MM. **Henri Lagatu** et **Louis Maume**.

En 1930 et en 1932, dans une vigne d'aramon greffée sur rupestris située à Mauguio près Montpellier, nous avons, sur les rameaux fructifères et séparément sur les rameaux naturellement stériles *des mêmes souches* prélevé simultanément à diverses époques de la végétation les deux premières feuilles de la base, afin de comparer les teneurs en azote et en acide phosphorique de la matière sèche de ces couples de feuilles homologues.

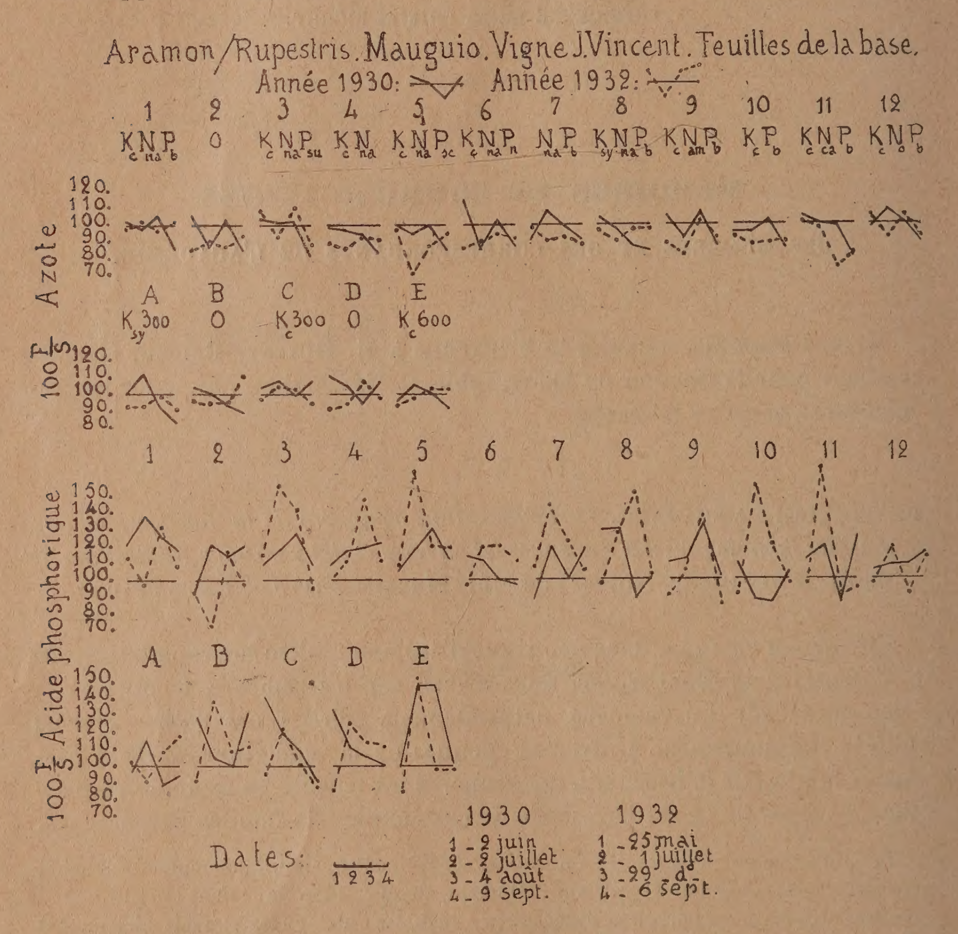
Nos prélèvements comparatifs ont porté, séparément et simultanément, sur dix-sept parcelles dont chacune reçoit annuellement depuis 1929 la même fumure. Les fumures des diverses parcelles diffèrent par la nature des engrais; mais chacun des principes fertilisants K, N, P, quand il figure dans la fumure, intervient toujours avec la même quantité : K indique 300^{kg} de K^2O à l'hectare (K_c du chlorure, K_{sy} de la sylvinite à 20 pour 100); N indique 100^{kg} d'azote à l'hectare (N_{na} du nitrate de soude du Chili, N_{ca} du nitrate de chaux, N_{am} du sulfate d'ammoniaque, N_o du sang

---

(¹) Séance du 8 mai 1933.

desséché); P indique 100^{kg} de P^2O^5 à l'hectare (P_b du basiphosphate, P_{su} du superphosphate, P_{sc} des scories de déphosphoration, P_n du phosphate naturel finement moulu). La seule parcelle E a reçu annuellement 600^{kg} de K^2O à l'hectare.

Le rapport 100 F/S, que donne notre graphique, indique la teneur de la



matière sèche de la feuille du rameau fructifère quand on cote 100 la teneur de la matière sèche de la feuille homologue du rameau stérile au même moment.

Cette recherche à caractère statistique, prenant les rameaux tout venant de chacune des deux catégories, est un coup de sonde jeté dans une vigne qui à part les fumures est dans toutes les conditions de la pratique cultu-

rale. Pour le cas actuel, nous avons trouvé en ce qui concerne l'azote et l'acide phosphorique des résultats très voisins de ceux que nous avions obtenus en 1929 dans l'enclos de la Station de Montpellier en prenant sur souches séparées des rameaux fructifères et des rameaux artificiellement stériles (*Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1168).

En dépit des fluctuations statistiques, on peut dire encore : *la matière sèche des feuilles prises sur rameaux fructifères est moins riche en azote et plus riche en acide phosphorique que celle des feuilles homologues prises au même moment sur rameaux naturellement stériles des mêmes souches* [1].

La discussion de ces diagrammes et leur nécessaire confrontation avec les diagnostics foliaires ne peuvent trouver place que dans un Mémoire détaillé.

Nous n'avons pas dosé la chaux parce qu'elle avait été apportée sur les feuilles par les traitements anticryptogamiques.

Nous avons dosé la potasse corrélativement à l'azote et à l'acide phosphorique. Mais la vigne d'expériences de Mauguio est exactement comme celle de la Station de Montpellier, à carence sévère de potasse, constatée également par la « brunissure », par le jaunissement et par guérison complète avec l'intervention exclusive de fortes doses d'engrais potassiques (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 812). Or les doses anormalement faibles de potasse dans les feuilles ont, pour des différences insignifiantes, produit des variations statistiques considérables et désordonnées du rapport 100 F/S en ce qui concerne cet aliment : c'est pourquoi nous ne les avons pas figurées.

En définitive, nos observations montrent que la méthode du diagnostic foliaire pourra vraisemblablement contribuer par biométrie chimique au contrôle d'une notion courante en pratique viticole d'après laquelle, tout en étant simultanément utiles, les engrais azotés « poussent au bois », tandis que les engrais phosphatés « poussent au fruit ».

Plus généralement, le diagnostic foliaire pourra permettre de suivre le phénomène de sélection physiologique, de canalisation des divers aliments minéraux selon le rôle qui, dans le complexe minéral, est en chaque rameau dévolu à chacun d'eux ; et, ce qui importe surtout au point de vue technique, de suivre l'influence éventuelle de divers facteurs sur ce phénomène.

---

(1) Dans tous les travaux que nous avons publiés sur le diagnostic foliaire de la vigne nous avons chaque fois pris soin de spécifier que les feuilles avaient été échantillonnées sur des rameaux fructifères. On voit que cette précaution dans l'échantillonnage était justifiée.

HISTO-PHYSIOLOGIE. — *Action sur la glande sexuelle mâle et sur les caractères sexuels d'un régime carencé en vitamine* A. Note de MM. **P. Bouin** et **W. Buchheim.**

L'effet sur les glandes sexuelles des troubles nutritifs provoqués par des régimes déficients en facteurs accessoires a été étudié par un assez grand nombre de biologistes. Leurs recherches ont montré que certaines avitaminoses déterminent, entre autres suites, une dégénérescence plus ou moins complète de l'épithélium séminal. L'état de la glande interstitielle n'a pour ainsi dire pas attiré l'attention : Houlbert a signalé son involution pigmentaire chez le Poulet; Moore et Samuels ont remarqué, chez le Rat blanc carencé en facteur B, une aplasie des cellules de Leydig coïncidant avec le maintien de la spermatogenèse, alors que Koudriacheff a constaté la conservation de ces cellules chez les animaux soumis à une avitaminose durable en facteur E.

Nous avons repris ce problème afin de chercher à préciser les réactions histologiques subies par la glande génitale mâle chez des animaux alimentés avec un régime déficient en vitamine liposoluble, ou vitamine A. Nos expériences ont porté sur 20 Rats blancs, jeunes adultes mâles, dont le poids variait entre 120 et 200^g. La ration alimentaire était constituée par : caséine pure, 18; amidon de riz, 50; huile d'arachide, 12; levure de bière sèche, 2; mélange salin de Mc Collum, 3; papier filtre à volonté. Les animaux ont bien supporté ce régime pendant la durée de l'expérience (3 à 12 semaines). Ils n'ont pas offert les signes classiques de l'avitaminose A, notamment pas de xérophtalmie.

Beaucoup d'entre eux ont un peu augmenté de poids au début de l'épreuve. Les testicules n'ont pas montré un degré appréciable d'atrophie : elle a été nulle ou très faible chez un bon nombre; elle a été assez prononcée au contraire chez quelques autres. Tous possédaient les caractères sexuels secondaires des castrats : on note une involution presque complète ou complète des vésicules séminales et de la prostate.

L'examen microscopique des testicules a fourni les résultats suivants. Les coupes obtenues après l'emploi des méthodes ordinaires font voir que l'épithélium séminal demeure intact, sauf quand l'avitaminose a été prolongée : les processus spermatogénétiques sont actifs, les cinèses maturatives sont nombreuses, la spermiogenèse est normale. Mais les tubes sémi-

nifères sont comprimés les uns contre les autres à la suite de la disparition des espaces intertubulaires; ils prennent souvent sur coupe un aspect polygonal. Les cellules interstitielles sont très réduites en volume, avec noyaux dont la chromatine peut subir une condensation pycnotique, avec cytoplasme diminué et dépourvu d'enclaves sécrétoires. L'étude des organes traités par des méthodes spéciales est beaucoup plus instructive. Les testicules fixés, inclus dans la gélatine, débités après congélation en coupes que l'on a colorées au Soudan, montrent que les éléments constitutifs de la glande interstitielle ne renferment pas d'enclaves de nature graisseuse, lesquelles représentent leur produit caractéristique d'élaboration. Ces coupes permettent aussi de voir que la graisse intratubulaire est bien conservée. Ce fait semble démontrer, en accord avec les observations réalisées chez les Vertébrés inférieurs, que le métabolisme du tube séminal est un processus autonome. La mise au repos fonctionnel de la glande interne testiculaire survient très vite après l'institution du régime carencé. Elle nous semble représenter un signe très précoce de cette carence, puisqu'elle survient quand d'autres signes évidents d'avitaminose ne se manifestent pas encore dans l'organisme.

Il résulte de notre étude que les cellules interstitielles du testicule ne sont pas indispensables à la nutrition de l'épithélium séminal comme on l'admet communément, puisque leur annihilation fonctionnelle n'exerce aucune influence sur la marche de la spermatogenèse pendant la période où cette dernière se poursuit normalement chez l'animal carencé. Il en résulte encore que les vésicules séminales et la prostate peuvent régresser jusqu'à répondre au type castrat, et que la sécrétion interne testiculaire se trouve tarie, alors que les testicules sont constitués par des tubes séminaux ayant conservé leur structure et leur activité caractéristiques.

M. **Ch. Fabry** fait hommage à l'Académie du Fascicule XXIII du *Mémorial des Sciences physiques : Éléments de Thermodynamique cinétique*, par J. Villey, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Delépine** dépose sur le bureau de l'Académie un Ouvrage de M. R. Cornubert intitulé *Le Camphre et ses dérivés*. Cet Ouvrage fut entrepris à l'instigation du regretté Haller, qui en avait conçu le programme en 1913. M. Cornubert, après la disparition de son Maître en 1925, résolut néanmoins de le mener à bonne fin. On aura une idée de l'importance de

ce travail et de la peine qu'il a donnée lorsqu'on aura constaté qu'il comporte plus de 3000 indications bibliographiques. C'est une monographie que devront consulter tous ceux qui voudront prolonger les travaux de leurs nombreux prédécesseurs dans ce domaine spécial et si captivant, auquel se rattachent des progrès remarquables de la Chimie organique.

ÉLECTIONS.

Par la majorité des suffrages, MM. **Ch. Lallemand**, **H. Le Chatelier** et **P. Janet** sont réélus membres du Conseil de la *Fondation Loutreuil* pour 1933, 1934 et 1935.

M. **Willem de Sitter** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie par 34 suffrages contre 17 à M. *Frantisek Nusl*, en remplacement de M. *A. Verschaffel* décédé.

NOMINATIONS.

M. **A. de La Baume Pluvinel** est désigné pour représenter l'Académie à la célébration du centenaire de la mort de *Nicéphore Niepce*, à Chalon-sur-Saône, les 4 et 5 juin 1933.

MM. **C. Matignon** et **M. d'Ocagne** sont adjoints aux membres précédemment désignés, pour représenter l'Académie à la célébration du troisième centenaire de la naissance de *Vauban*.

PLIS CACHETÉS.

M. **Charles Fracque** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 7 septembre 1931, présentée et enregistré sous le n° 10483.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire intitulé : *Description et étude des propriétés du triode double de révolution mono-cathodique, à grille polarisée négativement.*

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les involutions du troisième ordre.* Note de M. LÉON POMEY, présentée par M. L. Lecornu.

I. Nous allons indiquer les solutions, obtenues par voie *purement géométrique*, de deux problèmes très importants pour la théorie des involutions unicursales I_3 du troisième ordre et leurs applications aux courbes algébriques : 1° Une I_3 etant donnée sur une conique Γ par trois triades m_i, m'_i, m''_i ($i=1, 2, 3$), trouver un réseau de courbes aussi simple que possible qui engendre cette I_3. 2° Déterminer géométriquement les trois points triples d'une telle I_3.

Le premier de ces problèmes joue un rôle essentiel dans diverses questions fondamentales relatives aux cubiques définies par neuf points. (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 1424; et *Journ. Éc. Polyt.*, 28, 1931, p. 123 à 128, 134 à 143 et 150).

Quant au second, sa solution permet de résoudre maints problèmes dont voici deux exemples parmi les plus simples : Déterminer géométriquement A, les trois points d'inflexion d'une cubique unicursale dont on donne le point double et six autres points ; B, les trois points d'osculation d'une quartique unicursale, donnée par trois points doubles et cinq autres points, avec les trois coniques osculatrices qu'on peut mener par deux des points doubles et un point simple [1].

II. *Solution du problème* 1. — Par deux points fixes, D (choisi sur Γ) et O, et par chacune des trois triades m_i, m'_i, m''_i, menons trois coniques G_i ($i=1, 2, 3$), qui définissent un réseau linéaire (R). Soient G_4 une autre conique de (R); Q le point commun aux trois cordes (différentes de DO) communes à G_1, G_3, G_4 prises deux à deux; q le point analogue pour G_1, G_2, Γ; a, b, les points doubles de l'involution découpée sur Qq par les réseaux (R) et (G_1, G_2, Γ); ω le pôle de Qq, par rapport à Γ; Δ la seconde intersection de Γ avec ωD; g_i la conique passant a, b, m_i, m'_i, m''_i.

---

(1) La même méthode permettrait de construire les trios de cercles osculateurs qu'on peut mener d'une manière analogue à des quintiques et des sextiques [en vertu des théorèmes 8 et 9 signalés en 1932 au *Congrès de l'Ass. fr. p. l'Av. des Sc.*, (sous presse) dans une communication sur *l'Application de la Théorie des Involutions d'Ordre supérieur*], ainsi que les plans osculateurs qu'on peut mener à une cubique gauche par un point de l'espace, etc.

On peut aisément s'assurer que toutes les coniques du réseau (g_1, g_2, g_3), *menées par les deux points fixes a et b, passent par un troisième, qui est* Δ. *Ce réseau, qui engendre l'involution donnée* I_3, *est bien le plus simple possible* (¹).

III. *Solution du problème* 2. — Pour le résoudre, il suffit de trouver les trois coniques du réseau (g_1, g_2, g_3) qui sont osculatrices à Γ. Or nous allons indiquer la solution *géométrique* de ce problème, mais pour un réseau beaucoup plus général : Considérons des coniques passant toutes par un point fixe Δ de Γ et formant un réseau (S), donc astreintes en outre à être toutes harmoniquement circonscrites à deux certaines coniques fixes K_1 et K_2, dont chacune peut d'ailleurs être dégénérée en un couple de points distincts ou confondus (²).

On peut trouver deux points ρ, σ conjugués aux coniques de (S) et à Γ. On vérifie alors sans peine que si une conique de (S) est osculatrice à Γ, le point d'osculation *est un des trois points d'intersection* (autres que Δ) de Γ AVEC LA CONIQUE DE PONCELET $\Pi(\Gamma, \gamma, \rho, \sigma)$, γ étant une conique quelconque passant par ρ et σ et ayant en ces points des tangentes qui concourent en Δ.

Nous démontrons ainsi *géométriquement* que le réseau (S) contient trois coniques C_1, C_2, C_3 osculatrices à Γ que nous appellerons *les coniques* Σ *du réseau* (S). *De plus nous savons construire géométriquement leurs points de contact* a_1, a_2, a_3. D'ailleurs ρ et σ étant conjugués aux coniques du faisceau (Γ, Π), la conique C de (S), qui passe par deux des trois points d'osculation, appartient à ce faisceau : *donc les trois points d'osculation* $a_1 a_2 a_3$ *sont sur une même conique* C *du réseau* (S) (³).

Il est curieux de noter l'importance du champ d'application qui s'ouvre

---

(¹) Nous appellerons *coniques* J *du faisceau* (Γ, g_i) toutes les coniques qui, comme G_i, appartiennent au faisceau de base (m_i, m'_i, m''_i, D).

Remarquons que la conique homologique de G_i, quand on prend ω et ab pour centre et axe d'homologie, *est la conique de Poncelet* $\Pi(\Gamma, g, ab)$, lieu des pôles de la droite ab par rapport aux coniques du faisceau (Γ, g_i).

(²) Le réseau particulier (g_1, g_2, g_3) ci-dessus rentre dans ce dernier cas, K_1 et K_2 se réduisant alors aux points a et b.

(³) Si les coniques fixes k_1 et k_2 se réduisent aux points cycliques, on retrouve comme cas très particulier les cercles de Steiner, cercles osculateurs à une ellipse menés par un de ses points.

Remarque. — Les coniques C_1, C_2, C_3 et C jouissent de nombreuses propriétés intéressantes, conséquences plus ou moins lointaines de celle-ci : la tangente $a_i T_i$ à Γ au point a_i passe par l'intersection α_i de la droite $a_j a_k$ avec la corde (différente de $a_i D$) commune aux coniques C et C_i, et les trois points α_i sont alignés sur une même droite dont le pôle par rapport à Γ est le point de concours des trois droites $A_i a_i$, A_i étant l'intersection des tangentes T_j et T_k.

ainsi pour les coniques de Poncelet, les coniques J et les coniques Σ, dans la théorie des involutions d'ordre supérieur et, par suite, des courbes algébriques de degré supérieur au second.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines singularités des fonctions analytiques uniformes.* Note de MM. **S. Kierst** et **E. Szpilrajn**, présentée par M. Émile Borel.

1. *Termes et notations.* — Désignons par P tout le plan (l'infini exclu) et par U le cercle-unité $|z| < 1$. Toute image homéomorphe d'une demi-droite sera dite *un rayon topologique*. Un rayon topologique contenu dans U respectivement P *tend vers la frontière de* U respectivement *vers l'infini*, lorsqu'il est fermé dans U respectivement dans P. La fonction $f(z)$ étant holomorphe dans U respectivement entière, on dit que le nombre a (fini ou non) est *une valeur asymptotique* de f, lorsqu'il existe un rayon topologique R tendant vers la frontière de U respectivement vers l'infini, sur lequel $f(z)$ tend vers a.

E étant un espace (L) au sens de M. Fréchet, le complémentaire d'un ensemble de première catégorie (de Baire) dans E s'appelle un ensemble *résiduel* dans E.

2. *Problèmes.* — Soient $\mathcal{G}$ la classe des fonctions entières, $\mathcal{H}$ celle des fonctions holomorphes dans U, $\mathcal{M}$ celle des fonctions méromorphes dans P. Nous traiterons ces classes comme espaces (L) de M. Fréchet : une suite f_n de fonctions sera considérée convergente vers f lorsque $f_n(x)$ tend vers $f(z)$ uniformément sur tout cercle fermé contenu dans P respectivement dans U. Les espaces $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$, $\mathcal{M}$ sont séparables et complets au sens de M. Fréchet [1].

M. Mazurkiewicz a démontré (ce résultat n'a pas été publié) que la classe des fonctions holomorphes dans U et non prolongeables au delà de U constitue un ensemble résiduel dans $\mathcal{H}$ [2]. Dans le même ordre d'idées nous examinons quelques autres singularités [3] et nous démontrons des

---

[1] C'est-à-dire on peut établir dans chacun de ces espaces la notion de distance, qui se prête au critère de convergence de Cauchy. M. Fréchet a démontré que les espaces $\mathcal{G}$ et $\mathcal{H}$ sont complets (*Rend. di Pal.*, 22, 1906, p. 45, et *Espaces abstraits*, p. 87); quant à l'espace $\mathcal{M}$ on emploie des méthodes analogues.

[2] Le premier théorème de cette espèce a été donné par M. Polya (*Acta math.*, 41, 1918, p. 99). Cependant M. Polya a défini l'espace des fonctions considérées d'une façon tout à fait différente, son espace n'étant pas séparable.

[3] Pendant nos recherches nous avons utilisé les remarques de MM. Eilenberg, Lindenbaum et Saks.

propositions analogues (en particulier le théorème de M. Mazurkiewicz résulte du théorème I'). Nous signalons ici ces théorèmes sans démonstrations, d'ailleurs assez simples.

Vu que tout ensemble résiduel dans un espace complet est non vide, nos résultats donnent *a fortiori* les démonstrations de l'existence des fonctions possédant les singularités en question.

Remarquons encore que plusieurs de nos théorèmes peuvent être considérés comme précisant certaines opinions de MM. Borel [1] et Bloch [2].

3. *Fonctions entières.* — Désignons par $\mathcal{G}$ *la classe des fonctions entières qui transforment tout ensemble* (a) *non borné,* (b) *connexe et* (c) *disjoint d'une demi-droite arbitraire en un ensemble partout dense dans* P.

Théorème I. — $\mathcal{G}_1$ *est un ensemble résiduel dans* $\mathcal{G}$.

Remarquons que la condition (c) ne peut être omise, car d'après un théorème de M. Iversen [Thèse, Helsingfors 1914, p. 23] toute fonction entière admet l'infini comme valeur asymptotique.

Soit $\mathcal{G}_2$ *la classe des fonctions entières qui prennent toute valeur complexe dans tout secteur* $\vartheta_1 < \arg z < \vartheta_2$.

Théorème II. — $\mathcal{G}_2$ *est un ensemble résiduel dans* $\mathcal{G}$.

Ajoutons encore que la classe des fonctions entières $f(z)$ pour lesquelles la famille $f(tz)$ $(t \geqq 1)$ n'est pas normale dans aucun point du plan constitue de même un ensemble résiduel dans $\mathcal{G}$.

4. *Fonctions holomorphes.* — Désignons par $\mathcal{H}_1$ *la classe des fonctions holomorphes dans* U *qui transforment tout sous-ensemble de* U (a') *s'approchant indéfiniment de la frontière de* U, (b') *connexe,* (c') *disjoint d'un segment joignant un point quelconque de* U *avec la frontière de* U *en un ensemble partout dense dans* P.

Théorème I'. — $\mathcal{H}_1$ *est un ensemble résiduel dans* $\mathcal{H}$.

La condition (c') ne peut être omise car $f(z)$ étant une fonction holomorphe dans U, il existe un rayon topologique tendant vers la frontière, qui est transformé par f en un ensemble non dense dans P : cela résulte pour les fonctions bornées du théorème de Fatou et pour les fonctions non bornées du théorème suivant :

Théorème. — $f(z)$ *étant une fonction non bornée, holomorphe dans* U, *ou bien* 1° *l'infini est une valeur asymptotique de* f, *ou bien* 2° *pour tout* M *positif suffisamment grand il existe un rayon topologique* R$(\subset$ U$)$ *tendant vers la frontière et tel que* $|f(z)| = $ M *pour* z *parcourant* R.

Il est à remarquer que cette alternative est essentielle.

---

(1) *Comptes rendus*, 155, 1912, p. 201.

(2) *Mémorial des Sc. mathém.*, 20, 1926, p. 16.

Soit $\mathcal{H}_2$ *la classe des fonctions holomorphes dans* U *qui prennent toute valeur complexe dans tout secteur* $\vartheta_1 < \arg z < \vartheta_2$.

THÉORÈME. II. — *$\mathcal{H}_2$ est un ensemble résiduel dans $\mathcal{H}$.*

5. *Fonctions méromorphes.* — M. Gross a construit une fonction méromorphe qui *transforme tout ensemble connexe non borné en un ensemble partout dense dans* P (*Monatsh. f. Math. u. Ph.*, 29, 1918, p. 3). Désignons par $\mathfrak{M}_1$ la classe des fonctions possédant cette propriété et par $\mathfrak{M}_2$ *la classe des fonctions méromorphes qui prennent toute valeur complexe* (*l'infini inclu*) *dans tout secteur* $\vartheta_1 < \arg z < \vartheta_2$.

THÉORÈMES I″ et II″. — *$\mathfrak{M}_1$ et $\mathfrak{M}_2$ sont des ensembles résiduels dans $\mathfrak{M}$.*

Il résulte d'un théorème de M. Iversen (*loc. cit.*) *que toute fonction de $\mathfrak{M}_1$ possède une infinité de pôles.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les superpositions des fonctions représentables analytiquement.* Note de M. **ADOLPHE LINDENBAUM**, présentée par M. Émile Borel.

1. Nous nous occupons ici [1] des fonctions dans le champ des nombres réels (c'est-à-dire définies pour tous les nombres réels et prenant des valeurs réelles finies). K et L étant deux familles de telles fonctions, désignons par K × L la famille de toutes les fonctions $h(x)$ qui se laissent présenter sous la forme $h(x) = f[g(x)]$, où la fonction $f(x)$ appartient à K, $g(x)$ appartient à L. En tenant compte des deux classifications des fonctions représentables analytiquement, celle de Baire et celle de M. Young, appelons B_α (α étant un nombre ordinal $< \Omega$) la famille des fonctions de Baire de classe $\leqq \alpha$ [2], $\mathfrak{U}_\alpha$ la famille des fonctions semi-continues supérieurement généralisées, de classe $\leqq \alpha$ de M. Young, $\mathfrak{L}_\alpha$ la famille des fonctions semi-continues inférieurement généralisées, de classe $\leqq \alpha$ de M. Young [3].

---

(1) Les résultats de la Note présente ont été l'objet de ma Communication à la séance de la Société polonaise de Mathématiques (Section de Varsovie), le 10 mars 1933.

(2) Voir par exemple, C. DE LA VALLÉE POUSSIN, *Intégrales de Lebesgue, Fonctions d'ensemble, Classes de Baire*, 1916, n° 33.

(3) $\mathfrak{U}_1$ est la famille des fonctions semi-continues supérieurement ordinaires, $\mathfrak{L}_1$, la famille des fonctions semi-continues inférieurement ordinaires; par $\mathfrak{U}_\alpha$ on désigne les limites de suites non décroissantes des fonctions de classes inférieures à α; par $\mathfrak{L}_\alpha$, les limites de suites non croissantes des fonctions de classes inférieures à α. Cf. W. H. YOUNG, *Proc. London Math., Soc.*, 2e série, 12, 1912, p. 260.

2. M. Lusin a démontré que toute fonction de classe 2 de Baire est une superposition de deux fonctions de classe 1 (en employant notre notation, on peut même dire que $B_1 \times B_1 = B_2$); la démonstration m'est inconnue, et ne fut pas publiée. De plus, M. Lusin a posé le problème suivant (1) : *Existe-t-il pour toute fonction $f(x)$ de classe 3 de Baire trois fonctions $\varphi(x)$, $\psi(x)$ et $\delta(x)$ de classe 1, telles qu'on ait pour tout x réel :*

$$f(x) = \varphi\{\psi[\delta(x)]\}?$$

M. Sierpinski a obtenu un résultat partiel concernant ce problème (2) et, en outre, il a démontré un lemme que l'on peut formuler de la façon suivante : il existe un ensemble linéaire E et une fonction $\varphi(x)$ définie dans E et de classe 1 dans E, telle que, pour toute fonction $f(x)$ de classe $\alpha + 1$ de Baire, il existe une fonction $\Psi(x)$ de classe α dont les valeurs appartiennent à E et telle que, pour tout x réel, $f(x) = \varphi[\Psi(x)]$.

3. Dans cet ordre d'idées, j'ai démontré les théorèmes suivants :

Soient α et β des nombres ordinaux $< \Omega$:

THÉORÈME I :

$$B_\alpha \times B_\beta = B_{\beta+\alpha}.$$

THÉORÈME II' :

$$\mathcal{U}_\alpha \times \mathcal{U}_\beta = \mathcal{U}_\alpha \times \mathcal{L}_\beta = \mathcal{U}_{\beta+\alpha} \quad (\alpha > 0,\ \beta > 0).$$

THÉORÈME II'' :

$$\mathcal{L}_\alpha \times \mathcal{L}_\beta = \mathcal{L}_\alpha \times \mathcal{U}_\beta = \mathcal{L}_{\beta+\alpha} \quad (\alpha > 0,\ \beta > 0).$$

En particulier :

$$B_1 \times B_1 = B_2, \qquad B_1 \times B_2 = B_1 \times B_1 \times B_1 = B_3$$

(ce qui donne une réponse affirmative au problème de M. Lusin), etc.

Les démonstrations sont assez compliquées (3).

Pour démontrer par exemple le théorème II'', il faut distinguer deux cas : *a.* le nombre α est de première espèce; *b.* α est de deuxième espèce. Le cas *a* se réduit à considérer α égal à 1 ; alors, il reste à prouver que

$$\mathcal{L}_1 \times \mathcal{L}_\beta = \mathcal{L}_1 \times \mathcal{U}_\beta = \mathcal{L}_{\beta+1}.$$

Or on voit aisément que $\mathcal{L}_1 \times \mathcal{L}_\beta = \mathcal{L}_1 \times \mathcal{U}_\beta < \mathcal{L}_{\beta+1}$. Quant à la relation inverse, on peut même démontrer un théorème plus précis :

---

(1) *Fundamenta Math.*, 5, 1924, p. 337.

(2) *Fundamenta Math.*, 20, 1933, p. 173, 176.

(3) Les démonstrations complètes vont paraître autre part.

Théorème III. — *Il existe une fonction $\lambda(x)$ semi-continue inférieurement, telle que, pour tout $\beta > 0$, chaque fonction $f(x)$ de la famille $\mathcal{L}_{\beta+1}$ peut être représentée sous la forme $f(x) = \lambda[g(x)]$, la fonction $g(x)$ étant choisie convenablement dans la famille $\mathcal{L}_\beta$.*

Voici la définition de la fonction $\lambda(x)$: Si

$$x = \frac{1}{3^{k_1}} + \frac{1}{3^{k_1+k_2}} + \frac{1}{3^{k_1+k_2+k_3}} + \ldots,$$

$\{k_n\}$ étant une suite infinie d'entiers positifs tels que $\{k_n/2^n\}$ est une suite croissante bornée, nous dirons que x appartient à l'ensemble $\mathcal{O}$ et nous poserons

$$\lambda_0(x) = \lim_{n=\infty} \frac{k_n}{2^n};$$

alors, pour x appartenant à $\mathcal{O}$, $\lambda_0(x)$ est une fonction semi-continue inférieurement; donc, on peut l'étendre (*erweitern*) de telle façon qu'elle soit définie pour tous les nombres réels et qu'elle reste semi-continue inférieurement ([1]); en outre, *dans le cas considéré*, on peut lui imposer la condition qu'elle soit positive et finie. Ensuite, on pose

$$\lambda(x) = \log \lambda_0(x).$$

Pour le cas b du théorème II″, il est nécessaire de faire appel aux suites transfinies de type ω^α ([2]).

Afin de prouver le théorème I, on s'appuie sur le théorème II″ (ou II′) et sur le lemme suivant :

Lemme. — *Il existe une fonction $\pi(x)$ continue sur l'ensemble des nombres irrationnels et telle que, pour tout $\beta > 0$, chaque fonction $f(x)$ de la famille B_β peut être représentée sous la forme $f(x) = \pi[g(x)]$, la fonction $g(x)$ étant choisie convenablement dans la famille $\mathcal{L}_\beta$ et ne prenant que des valeurs irrationnelles.*

Donc par exemple chaque fonction de classe 1 de Baire est une superposition de la fonction $\pi(x)$ et d'une fonction semi-continue inférieurement.

---

(1) V. G. v. Alexits, *Fundamenta Math.*, 15, 1930, p. 53.

(2) Cf. W. Sierpinski, *Fundamenta Math.*, 1, 1920, p. 132; M. M. Lavrentieff, *Fundamenta Math.*, 5, 1924, p. 123-129.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une classe de fonctions entières admettant deux directions de Borel d'ordre ρ divergent.* Note de M. **Georges Valiron**, présentée par M. Émile Borel.

En suivant la méthode du n° 10 de mon Mémoire du *Journal de Mathématiques* (1931), on démontre que :

I. Si $f(z)$ est une fonction entière du type moyen de l'ordre ρ $(0 < \rho < \infty)$, et si l'intégrale

$$\int_1^\infty r^{-\rho-1} \overset{+}{\log} |f(re^{i\varphi})|\, dr$$

converge pour $\varphi = \pm \pi/2\rho$, il en est de même de la série

$$\Sigma r_n^{-\rho} \cos \omega_n \rho$$

étendue aux zéros $r_n e^{i\omega_n}$ de $f(z)$ pour lesquels $|\omega_n| < \pi/2\rho$.

Miss Cartwright avait déjà donné ce résultat en supposant en outre que l'indicatrice de Lindelöf et Phragmén

$$\mathrm{H}(\varphi, f) = \overline{\lim_{r=\infty}} \left[\overset{+}{\log} |f(re^{i\varphi})|\right] : r^\rho$$

est nulle pour

$$(1) \qquad \frac{\pi}{2\rho} \leqq \varphi \leqq 2\pi - \frac{\pi}{2\rho} \qquad \left(\rho > \frac{1}{2}\right).$$

Moyennant cette hypothèse supplémentaire, les deux directions $\varphi = \pm \pi/2\rho$ sont les seules directions de Borel d'ordre ρ divergent de $f(z)$. *Un grand nombre de fonctions construites d'une manière naturelle rentrent dans cette classe.* Tout d'abord, les fonctions de M. Lindelöf,

$$\mathrm{L}(z, \rho) = \sum_0^\infty n^{-\sigma n} z^n, \qquad \sigma = \frac{1}{\rho} < 2,$$

en font partie. La méthode de M. Lindelöf montre en effet que, dans l'angle (1), $|\mathrm{L}(z, \rho)|$ est inférieur à $\mathrm{A}|z|^\rho$, A fini. D'une façon générale, considérons

$$(2) \qquad \mathrm{L}(z, \rho, \Theta) = \sum_0^\infty n^{-\sigma n} \Theta(n) z^n, \qquad \sigma = \frac{1}{\rho} < 2, \qquad \overline{\lim_{n=\infty}} \sqrt[n]{\Theta(n)} = 1,$$

$\Theta(z)$ étant holomorphe dans le secteur $|z| > \mathrm{C} > 0$, $x = \mathcal{R} z \geqq 0$.

II. Si $\left[\overset{+}{\log}\, \Theta(z)\right] : r$ tend uniformément vers zéro lorsque $|z| \to \infty$, $x \geq 0$ et si

$$\log|\Theta(z)| < \varepsilon(r)r, \quad r = |z| > r_0, \quad 0 < \beta \leq |\arg z| \leq \frac{\pi}{2}, \tag{3}$$

$\varepsilon(r)$ étant une fonction décroissante telle que $\varepsilon(r) \to 0$, $\varepsilon(r)\, r \to \infty$ si $r \to \infty$, on a, pour $\varphi = \pm \pi/2\rho$,

$$\log|L(z, \rho, \Theta)| < r^\rho \left\{ \frac{1}{(\log r)^2} + \varepsilon\left[\frac{r^\rho}{(\log r)^2}\right] \right\} \qquad (r > r'_0).$$

Il s'ensuit que :

III. *La fonction* (2) *n'admet que les deux directions d'ordre* ρ *divergent* $\varphi = \pm \pi/2\rho$ *pourvu que, les conditions de* II *étant vérifiées, l'intégrale*

$$\int^{\infty} \frac{\varepsilon(r)}{r}\, dr \tag{4}$$

converge.

On voit de même que :

IV. Si toutes choses égales d'ailleurs, la condition (3) de II n'est vérifiée que pour $z = \pm iy$, $y > r_0 > 0$, on a

$$\log|L(z, \rho, \Theta)| < 2r^\tau \varepsilon(r^\tau),$$

pourvu que $0 < \tau < \rho$ et que z appartienne au domaine $r > r(\tau)$,

$$\frac{\pi}{2\rho} + 2\varepsilon(r^\tau) \leqq \varphi \leqq 2\pi - \frac{\pi}{2\rho} - 2\varepsilon(r^\tau). \tag{5}$$

D'autre part, la proposition I se généralise comme suit :

V. Soit Γ une courbe simple du plan des z symétrique par rapport à l'axe réel, ne coupant qu'en deux points les cercles $|z| = r > R_0$, sous un angle supérieur à $\alpha > 0$, et limitant un domaine D qui contient l'axe réel pour $r > r_0$. Supposons qu'il existe une fonction $\zeta = U(z)$ holomorphe dans D et sur Γ sauf au point situé sur l'axe réel, qui représente conformément D sur l'angle $|\arg \zeta| \leqq \pi/2\rho$ et telle que, dans D et sur Γ,

$$\lim_{|z| \to \infty} \frac{U(z)}{z} = 1 \text{ uniformément}, \qquad \frac{1}{m} < |U'(z)| < m < \infty.$$

Dans ces conditions, si $z = re^{\pm i\varphi}$ sont les deux points du cercle $|z| = r$ situés sur $\Gamma (r > R_0)$ et si $f(z)$ est une fonction entière du type moyen de l'ordre ρ, la convergence de l'intégrale

$$\int_{R_0}^{\infty} \left[\overset{+}{\log}|f(re^{i\varphi})| + \overset{+}{\log}|f(re^{-i\varphi})|\right] r^{-\rho-1}\, dr$$

entraîne celle de la série

$$\sum r_n^{-\rho}\cos(\omega_n\rho+\varepsilon_n),\qquad \lim\varepsilon_n=0,\qquad |\omega_n\rho+\varepsilon_n|<\frac{\pi}{2}$$

étendue aux zéros $r_n e^{i\omega_n}$ de $f(z)$ intérieurs à D.

La recherche des conditions à imposer à $\varepsilon(y)$, pour qu'il existe un domaine D satisfaisant aux conditions de V et contenant les courbes limitant (5), est liée aux recherches sur la dérivée angulaire. La méthode que j'ai donnée dans un article récent ([1]) montre que pour qu'il en soit ainsi, il suffit encore que la condition (3) soit réalisée. On peut aussi appliquer les théorèmes généraux de M. Warschawski ([2]). *L'énoncé* III *reste donc vrai lorsque* (3) *n'est vérifiée que pour* $z=\pm iy$.

Tout ceci s'étend au cas des ordres précisés L.

MÉCANIQUE. — *Sur les percussions dans les fils.* Note de M. **H. Pailloux**, présentée par M. E. Jouguet.

Le problème des percussions dans les fils se pose de la manière suivante : à un instant déterminé on connaît la forme du fil et les vitesses de ses différents points; trouver la nouvelle distribution des vitesses, sachant que sur chaque élément du fil on applique une percussion extérieure $\vec{\mathcal{F}}\,ds$.

La mise en équation du problème fournit deux équations vectorielles, quand on applique les théorèmes généraux des percussions à un élément *ds* du fil. La première équation est

$$a\vec{W}=\vec{\mathcal{F}}+\frac{d\vec{\mathcal{T}}}{ds}, \tag{1}$$

a est la densité du fil, $\vec{W}$ la variation de vitesse et $\vec{\mathcal{T}}$ la percussion de tension du fil. Le théorème sur la variation de la quantité de mouvement montre que le vecteur $\vec{\mathcal{T}}$ est tangent au fil. On obtient la dernière équation du problème en écrivant que la longueur du fil est invariable

$$\vec{g}\cdot\frac{d\vec{W}}{ds}=0, \tag{2}$$

([1]) *Bulletin des Sciences math.*, 56, 1932, p. 208-211. La démonstration donnée dans cet article peut être beaucoup simplifiée, l'introduction de la dérivée $g'(t)$ étant inutile. Mais j'utilise les propriétés de cette dérivée dans l'étude actuelle.

([2]) *Math. Zeits.*, 35, 1932, p. 361-456.

$\vec{\theta}$, $\vec{\nu}$, $\vec{\beta}$ désignant les vecteurs unitaires du trièdre de Frenet. Si l'on appelle ρ la courbure, la tension est donnée par

$$(3) \qquad \frac{d}{ds}\left(\frac{1}{a}\frac{d\mathcal{T}}{ds}\right)-\frac{\rho^2}{a}\mathcal{T}+\vec{\theta}.\frac{d}{ds}\left(\frac{1}{a}\frac{d\vec{\mathcal{F}}}{ds}\right)=0.$$

Le problème est ramené à l'intégration de (3), c'est-à-dire à la détermination des deux constantes d'intégration, si l'on suppose connue l'intégrale générale. Si le fil est une courbe fermée, on cherche l'intégrale périodique, il en existe une et une seule. Si les deux extrémités sont libres, les percussions de tension sont nulles en ces points, et nous sommes ramenés à chercher l'intégrale qui s'annule aux deux extrémités de l'arc; dans le cas où la densité est constante, on voit facilement qu'il en existe une et une seule.

La détermination des constantes devient plus compliquée lorsqu'une extrémité au moins est fixe après le choc. Prenons l'exemple suivant : un fil se déplaçant dans l'espace, on arrête brusquement une extrémité; quelle est la nouvelle distribution des vitesses? Pour déterminer les deux constantes d'intégration, nous devons écrire que $\mathcal{T}$ est nul à l'extrémité qui reste libre, et que les trois composantes de la vitesse finale de l'autre extrémité sont nulles, ce qui fournit quatre relations. Le problème paraît impossible; cela provient de ce que nous admettons implicitement que pour qu'une distribution de vitesses initiales soit compatible avec la fixité du point A, il faut que la vitesse du point M tende vers zéro quand M tend vers A. Or en considérant un fil comme cas limite d'un certain système matériel, cette condition n'est pas remplie.

Sur un fil de masse négligeable sont disposés des points matériels A_i; on peut supposer pour simplifier qu'ils ont même masse et sont régulièrement disposés. On étudie facilement le cas où le fil est rectiligne au moment où l'on fixe l'extrémité A_i. On trouve que les vitesses normales des différents points matériels ne sont pas modifiées et que la projection de la vitesse après le choc sur la tangente est nulle. Si nous faisons augmenter indéfiniment le nombre des points matériels, leur masse tendant vers zéro d'une manière convenable, les équations ont une forme limite qui est celle des percussions dans les fils, précédemment trouvée; et de plus on constate que la nouvelle vitesse d'un point M ne tend pas vers zéro lorsque M tend vers le point fixe.

Un genre de contradiction semblable se rencontre dans le mouvement d'un fil dont une extrémité est fixe ou animée d'un mouvement connu à

l'avance. Supposons par exemple connue à l'instant considéré la forme du fil, l'extrémité A restant fixe. Les équations du mouvement sont

$$a\frac{\partial^2 \vec{M}}{\partial t^2} = \vec{F} + \frac{d\vec{T}}{ds}; \qquad \frac{\partial \vec{M}^2}{\partial s} = 1.$$

l'accélération de M se compose de deux parties : 1° ce qui provient du vecteur $d\vec{T}/ds$ qui est dans le plan osculateur au fil en M; 2° ce qui provient de la force, et peut être choisi arbitrairement. Nous voyons donc que si M tend vers A, en général l'accélération de M ne tendra pas vers zéro.

Si nous revenons au problème de percussions, en supposant la percussion de tension connue, la variation de vitesse est déterminée par les équations suivantes obtenues en projetant (1) sur les axes de Frenet :

$$(4)\qquad \begin{cases} a W_\theta = \mathcal{F}_\theta + \dfrac{d\mathfrak{T}}{ds}; \\ a W_\nu = \mathcal{F}_\nu + \rho\mathfrak{T}; \\ a W_\beta = \mathcal{F}_\beta. \end{cases}$$

Dans le cas où une extrémité reste fixe, en ce point nous sommes conduits par les considérations qui précèdent à admettre une vitesse normale quelconque, la vitesse tangentielle étant nulle. Ce dernier résultat va nous permettre de déterminer la deuxième constante d'intégration de (3), car, en ce point, (4) montre que $a(V_1)_0 = d\mathfrak{T}/ds$. La solution est déterminée par la connaissance de $\mathfrak{T}$ à une extrémité et de $d\mathfrak{T}/ds$ à l'autre.

Si les deux extrémités étaient fixées simultanément, on chercherait de même la solution déterminée par la connaissance de $d\mathfrak{T}/ds$ aux deux extrémités.

La percussion de réaction aux points fixes est la valeur de la percussion de tension en ces points.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Vagues permanentes dans un canal circulaire à section quelconque*. Note de M. **A. Gay**, présentée par M. Henri Villat.

1. Dans le cas d'une section rectangulaire, le problème a été étudié par Levi-Civitá ([1]) pour un canal rectiligne et par Geppert ([2]) pour un canal

---

([1]) *Rend. Acc. dei Lincei*, **16**, 1907, p. 2, et *Math. Ann.*, **93**, 1925, p. 32.

([2]) *Math. Ann.*, **101**, 1929, p. 67.

circulaire. Cette Note traite du canal circulaire dont la section quelconque, Γ, est rapportée à une horizontale de la surface libre au repos C et à la verticale descendante Oz portée par l'axe du canal.

2. Le potentiel des vitesses $\Phi(r, z, \theta, t)$ ne dépend de θ et t que par l'argument $\theta_1 = \theta - \omega t$, ω désignant la vitesse angulaire apparente de la surface libre. Si $\Phi = \varphi(r, z) \cos n\theta_1$, ω est une inconnue dès que n est donné; $\varphi(r, z)$ vérifie

$$L(\varphi) = \Delta\varphi + \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dr} - \frac{n^2}{r^2}\varphi = 0, \tag{1}$$

dont la formule de Green s'écrit

$$\int r\left(\varphi \frac{d\varphi'}{dn} - \varphi' \frac{d\varphi}{dn}\right) ds = 0. \tag{2}$$

3. Si $z = h(r) \sin n\theta_1$ est la surface libre, on a

$$\frac{d\varphi}{dn} = 0 \qquad \text{sur } \Gamma \tag{3}$$

et

$$\varphi_{z=0} = \frac{g}{\omega n} h \qquad \text{sur C}. \tag{4}$$

G(PM) étant la fonction de Green du problème, en tout point P du domaine liquide D on a, d'après (2), (3) et (4),

$$\varphi(P) = \frac{g}{2\pi\omega n} \int_C h_M \frac{\rho_M}{r_P} \frac{dG}{dn_M} d\rho.$$

La fonction de Neumann γ, relative à (1) et au contour formé de Γ et de sa symétrique Γ' par rapport à C, vérifie

$$r\gamma(P'P) = r'\gamma(PP').$$

On a

$$G = \gamma(PM) - \gamma(P'M)$$

et $d\varphi / dz_{z=0} = -\omega n h$ donne, en posant $\lambda = \omega^2 n^2 / g$,

$$\lambda h + \frac{1}{\pi} \int_C h \frac{\partial^2 \gamma}{\partial \zeta_0 \, \partial z_0} d\rho = 0,$$

qui remplace l'équation intégro-différentielle de M. Hadamard pour les ondes de gravité (¹).

(¹) VERGNE, *Ondes de gravité* (*Mém. des Sc. math.*, fasc. 34).

Cette équation se transforme en prenant $\gamma = H \log MP + K$ où H et K sont holomorphes, avec $L(H) = 0$ et $H(MM) = 1$.

4. La fonction $\varphi(r, z)$ vérifie (1) et au contour (5) $d\varphi/dn = \lambda c \varphi$ avec $c = 0$ sur Γ et $c = 1$ sur C. Le contour ayant deux points anguleux on opère d'après Lichtenstein [1] une représentation conforme. La fonction $\varphi'(r', z')$ correspondant à φ est solution d'une équation homogène de Fredholm dont l'intégrale s'étend au domaine D' intérieur au cercle C' de rayon 1 et dont le noyau se construit avec la fonction harmonique dans D' qui vérifie sur C' la condition correspondant à (5). La méthode de Fredholm s'applique après itérations, les solutions fondamentales en φ' admettent dans D' des dérivées partielles des deux premiers ordres; il en est de même pour φ dans D et la méthode de Schwarz s'applique; les nombres de Schwarz étant ici des intégrales curvilignes étendues à $\Gamma + C$. Pour les faibles profondeurs, si l'on pose $\varphi = \varphi_0 + z\varphi_1 + \ldots$, $\varphi_0(r)$ est solution d'une équation homogène ordinaire de Fredholm.

5. Une particule fluide décrit suivant la loi des aires une ellipse normale au méridien de la position moyenne; la phase est constante pour un même méridien d'où la rotation apparente de la surface libre. Si φ vérifie $\int_c r\varphi^2\, dr = 1$ (solution normalisée) l'énergie totale est donnée par $\pi . \lambda$.

En désignant par l la largeur du canal sur C, par R le rayon intérieur on a pour le débit moyen Q à travers une section

$$Q = \frac{ga^2}{2\omega} \log\left(1 + \frac{l}{R}\right),$$

a étant compris entre le maximum maximorum et le maximum minimorum de la surélévation. Si R est grand par rapport à l,

$$Q \sim \frac{gla^2}{2c},$$

c désignant la vitesse de propagation au parallèle moyen; ce résultat généralise celui de Levi-Cività pour le canal rectiligne.

---

(1) LICHTENSTEIN, *Acta math.*, 36, 1912, p. 13.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Le mouvement d'un fluide visqueux autour d'un cylindre en rotation uniforme et la loi de similitude.* Note de MM. **Michel Luntz** et **Paul Schwarz**, présentée par M. Henri Villat.

Considérons une couche du liquide visqueux, limitée par deux plans horizontaux, distants de h, dont l'un est le fond immobile et l'autre sa surface libre. Un cylindre vertical de rayon r_0 tourne dans ce liquide avec la vitesse périphérique constante v_0. Soient ν la viscosité cinématique du liquide, v_θ et v_r les composantes, tangentielle et radiale, de la vitesse d'un point situé à la surface, à la distance r de l'axe de rotation. Nous avons déjà montré [1] que l'on a, en appliquant les équations de Navier et en posant $\lambda = rv_r/\nu =$ const., l'expression suivante pour la composante v_θ :

$$v_\theta = A r^{\frac{\lambda}{2}} H^{(1)}_{1+\frac{\lambda}{2}}\left(\frac{ir}{h}\right),$$

$H^{(1)}$ étant la fonction de Hankel de première espèce. Dans cette expression, A et λ sont des constantes, déterminées par les paramètres h, r_0, v_0, ν et la tension superficielle T du liquide. Il est *a priori* très difficile, sinon impossible, de déterminer λ et A par le calcul.

MM. Escande et Dupin ont appliqué la loi de similitude à un des éléments de l'écoulement, dans un cas expérimental analogue [2]. Dans notre cas, le grand nombre de paramètres indépendants et la multiplicité des régimes correspondant aux mêmes conditions aux limites [3] rendent la loi de similitude pratiquement inapplicable. On s'est donc borné à étudier expérimentalement l'influence de divers facteurs sur la répartition des vitesses autour du cylindre. La figure 1 représente des courbes, correspondant aux diverses conditions aux limites, rapportées aux coordonnées r/r_0 et v/v_0. La figure 2 représente la variation de la vitesse en un point donné, lorsqu'on fait varier la profondeur h. On voit que la vitesse tend vers un maximum pour $h \to \infty$ (on a maintenu r_0, v_0 et ν constants). La figure 3 représente la vitesse en un point donné en fonction de r_0. On peut dire que la vitesse est à peu près proportionnelle à r_0 (h, v_0 et ν restant constants),

---

(1) M. Luntz et P. Schwarz, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 894.

(2) L. Escande et P. Dupin, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 242.

(3) M. Luntz et P. Schwarz, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1080.

$\frac{v}{v_0}$

Cliché 23 : $r_0 = 0{,}7$ cm ; $v_0 = 94$ cm/sec
$h = 5$ cm ; $\nu = 27$ cm²/sec

Cliché 26 : $r_0 = 0{,}7$ cm ; $v_0 = 94$ cm/sec
$h = 9$ cm ; $\nu = 27$ cm²/sec

Fluide parfait $\frac{r}{r_0} \cdot \frac{v}{v_0} = 1$

Cliché 36
$r_0 = 0{,}7$ cm ; $v_0 = 173$ cm/sec
$h = 9$ cm ; $\nu = 27$ cm²/sec

Cliché 10
$r_0 = 0{,}25$ cm $v_0 = 125{,}5$ cm/sec.
$h = \infty$; $\nu = 10$ cm²/sec

Cliché 13
$r_0 = 0{,}25$ cm/sec ; $v_0 = 105$ cm/sec
$h = \infty$; $\nu = 12$ cm²/sec

Cliché 33
$r_0 = 0{,}7$ cm ; $v_0 = 188{,}5$ cm/sec
$h = 4{,}5$ cm ; $\nu = 27$ cm²/sec

Cliché 31 :
$r_0 = 0{,}7$ cm ; $v_0 = 94$ cm/sec
$h = 1{,}7$ cm, $\nu = 24$ cm²/sec

$\frac{r}{r_0}$

Fig. 1.

$\frac{v}{v_0}$

+ $\frac{r}{r_0} = 3$ $r_0 = 0{,}4$ cm
⊙ $\frac{r}{r_0} = 4$ $v_0 = 94{,}2$ cm/sec
× $\frac{r}{r_0} = 4{,}5$
◐ $\frac{r}{r_0} = 5$

h (cm)

Fig. 2.

$\frac{v}{v_0}$

$\frac{r}{r_0} \cdot \frac{v}{v_0} = 1$

$v_0 = 94{,}2$ cm/sec
—— $r_0 = 0{,}6$ cm
······ $r_0 = 0{,}4$ cm
- - - - $r_0 = 0{,}25$ cm

Fig. 3.

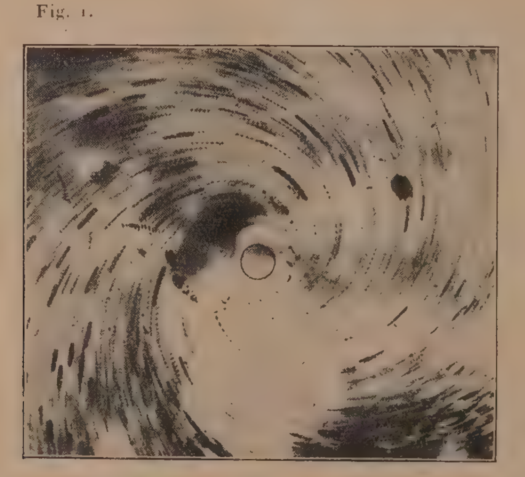


Fig. 4.

en supposant que le même régime d'écoulement est maintenu. Lorsque v_0 varie seul, la vitesse varie proportionnellement à v_0, pour v_0 faible (pour des vitesses telles, par exemple, que $v_0 < \nu/r_0$). Pour v_0 plus grand, la vitesse v_0 augmente moins vite que v_0. La figure 4 reproduit un de nos clichés, illustrant la méthode chronophotographique employée.

Montrons enfin que la loi de similitude ne peut pas donner des indications qualitatives sur la nature de l'écoulement. Il est nécessaire en effet de pouvoir déterminer le nombre de Reynolds d'une façon univoque. Soit $R_0 = 2r_0 v_0/\nu$ ce nombre, calculé en prenant comme base le rayon r_0 et la vitesse linéaire v_0 du cylindre tournant. Or, dans un écoulement avec des trajectoires circulaires par exemple, on pourrait considérer un cylindre liquide de rayon $r > r_0$, de vitesse périphérique égale à v, comme étant le cylindre tournant qui engendre le mouvement, et alors le nombre de Reynolds correspondant à ce même écoulement serait $R = 2rv/\nu$. Lorsque la circulation se conserve, $R = R_0$, le nombre de Reynolds est unique. Mais l'expérience nous a montré (1), que pour un fluide réel il n'en est pas ainsi : le nombre de Reynolds est donc variable avec r et par conséquent R_0 ne peut pas déterminer à lui seul les qualités du mouvement.

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un nouvel indicateur d'angle d'attaque.* Note (2) de M. **Maurice Roger**, présentée par M. Émile Jouguet.

I. *Principe.* — Quand un solide quelconque est animé d'une translation uniforme de vitesse V_0 dans un fluide homogène au repos à la pression p_0, la vitesse V_m et la pression p_m du fluide en un point m de la surface du solide sont liées à V_0 et p_0 par la relation de Bernoulli

$$p_m + \frac{\rho V_m^2}{2} = p_0 + \frac{\rho V_0^2}{2}. \tag{1}$$

En outre les vitesses V_m et V_0 sont liées par une relation de la forme

$$V_m = V_0 f(i), \tag{2}$$

où i est l'angle d'une droite de référence liée au solide avec la direction du mouvement.

(1) *Loc. cit.*

(2) Séance du 8 mai 1933.

Ceci est vrai pour autant que le régime d'écoulement du fluide autour du solide reste stable et que le point m choisi n'est pas situé à l'intérieur d'un sillage.

En éliminant V_m entre (1) et (2), on obtient

$$p_m - p_0 = \frac{\rho V_0^2}{2}[1 - f^2(i)]. \tag{3}$$

De même pour un autre point n du solide, on aura

$$p_n - p_0 = \frac{\rho V_0^2}{2}[1 - \varphi^2(i)] \tag{4}$$

et, en divisant (3) et (4),

$$A = \frac{p_m - p_0}{p_n - p_0} = \frac{1 - f^2(i)}{1 - \varphi^2(i)}. \tag{5}$$

On voit que le rapport A est uniquement fonction de i. Il est indépendant de la vitesse de translation et de la densité du fluide.

II. *Vérification expérimentale.* — Les considérations ci-dessus ont été appliquées pour la construction d'une antenne constituée par un cylindre de révolution percé dans sa section droite médiane de deux petits orifices m et n vus du centre sous un angle 2α (*fig.* 1).

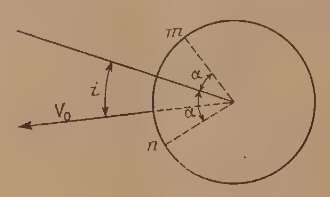


Fig. 1.

Dans ce cas, la fonction f est la même pour tout point de la surface et, la droite de référence choisie étant la bissectrice de l'angle 2α, le rapport A se présente sous la forme

$$A = \frac{1 - f^2(\alpha + i)}{1 - f^2(\alpha - i)},$$

$A = 1$ pour $i = 0$ et s'annule pour une valeur de i telle qu'au point m on ait $V_m = V_0$.

D'autre part, les valeurs de A pour $i < 0$ sont les inverses des valeurs correspondantes pour $i > 0$.

Les essais effectués à la petite Soufflerie du Service des Recherches de

l'Aéronautique ont montré que pour des vitesses allant de 20 à 55 m/s les courbes représentant A en fonction de i sont pratiquement confondues. Les écarts ne dépassent pas 0°, 1.

III. *Récepteurs*. — Les essais ci-dessus ont été effectués à l'aide de manomètres à alcool. Pour l'utilisation sur avion ou pour l'étude du vent naturel, il est nécessaire d'adopter des récepteurs à capsules manométriques donnant directement l'angle i.

Nous nous proposons de faire construire deux récepteurs sur les principes ci-après. Dans les deux cas chacune des capsules manométriques identiques est reliée à l'un des orifices m et n. Elles sont placées dans une boîte étanche reliée elle-même à la pression p_0. Les déformations des capsules sont dans ces conditions proportionnelles à $p_m - p_0$ et $p_n - p_0$.

a. Chacune des capsules commande une résistance électrique par l'intermédiaire d'un contact roulant. Les deux résistances sont identiques et reliées à une même source de courant. Le dispositif étant tel que les intensités des courants soient proportionnelles aux déformations des capsules,

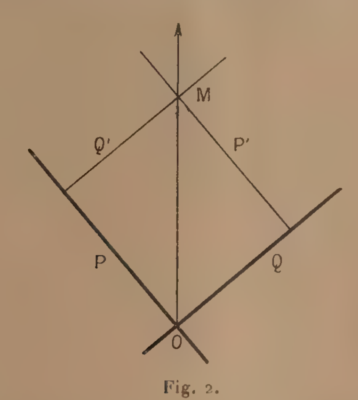


Fig. 2.

un quotientmètre donnant directement le rapport des intensités pourra être gradué en fonction de A et par conséquent de l'angle d'attaque i.

Le dispositif doit être réglé de façon qu'au repos les intensités des deux courants soient nulles.

b. Chacune des capsules commande des tiges P et Q qui peuvent glisser sur elles-mêmes. Sur ces tiges sont montées de façon rigide deux tiges auxiliaires P′ et Q′ formant avec P et Q un parallélogramme (*fig*. 2).

L'ensemble étant réglé de façon qu'au repos P′ soit confondu avec P et Q′ avec Q, on voit, qu'en cours de fonctionnement, si le rapport des

pressions reste constant, le parallélogramme se déforme en restant semblable à lui-même.

Une aiguille pivotant autour du point fixe O et liée au point d'intersection M de P et Q conservera donc une direction fixe. Cette direction indique donc une valeur du rapport A et, par suite, de l'angle d'attaque *i*.

AVIATION. — *Le pilotage automatique des avions.*
Note de M. **A. Étévé**, présentée par M. E. Jouguet.

Les anémogirouettes, qui ont fait l'objet d'une Note présentée le 21 septembre 1931, ont été essayées longuement sur avion. Les renseignements recueillis au cours des vols automatiques ont permis de faire des remarques intéressantes sur la stabilité longitudinale des avions.

1° Toute rupture d'équilibre est presque toujours caractérisée par un brusque changement d'inclinaison longitudinale de l'avion, à la suite duquel l'avion cherche à prendre son incidence et sa vitesse d'équilibre en effectuant une série d'oscillations lentes qui s'amortissent au bout d'un certain temps, si l'avion a une bonne stabilité, ou s'amplifient, dans le cas contraire.

Un appareil de pilotage automatique longitudinal doit donc : *a*, s'opposer aux brusques variations d'inclinaison longitudinale de l'avion, désagréables pour les passagers; *b*, s'opposer aux variations d'incidence ou de vitesse qui peuvent devenir dangereuses; *c*, amortir les oscillations lentes, le plus rapidement possible.

2° Pour s'opposer aux variations d'incidence ou de vitesse, il est indiqué d'utiliser une girouette sensible aux variations d'incidence ou un anémomètre sensible aux variations de vitesse.

3° Pour s'opposer aux brusques variations d'inclinaison longitudinale dans le cas d'avions qui ne sont pas déformables, il est rationnel d'utiliser les girouettes et les anémomètres, déjà chargés d'empêcher les variations d'incidence et de vitesse; mais nous avons montré qu'un système simple, n'utilisant qu'une girouette ou un anémomètre, ne peut assurer un pilotage correct par mauvais temps, parce qu'il rend l'avion sensible à tous les remous. C'est pourquoi nous avons combiné les deux appareils de façon à composer une « anémogirouette » dont le couple utile C est la somme algébrique des couples dus à l'anémomètre et à la girouette

$$C = H v_0^3 \, dv - K v_0^2 \, di,$$

H et K étant des constantes, v_0 la vitesse de l'avion, dv et di les variations de la vitesse et de l'incidence.

On en déduit que les remous caractérisés par des variations dv et di de même signe ont une action réduite sur l'anémogirouette ; ce sont les plus mauvais, car ils ont tendance à écarter l'avion de toute position correspondant à un régime de vol.

4° Il reste à amortir les oscillations lentes, c'est le problème le plus difficile à résoudre : il a causé l'échec de nombreuses tentatives de stabilisation automatique. Il existe, en effet, une cause d'entretien des oscillations, qui a été rappelée par M. Haus, en ce qui concerne le paramètre vitesse et qui a conduit à penser que les dispositifs basés sur l'anémomètre n'étaient pas aptes au pilotage automatique.

Les règles suivantes permettront de comprendre le mécanisme de l'entretien de ces oscillations :

1re RÈGLE. — *En régime non oscillatoire*, lorsqu'un avion ayant une inclinaison θ_0 parcourt une trajectoire rectiligne avec une incidence i_0 et une vitesse propre v_0, une nouvelle trajectoire correspondant à une inclinaison de l'avion θ sera parcourue avec une incidence i et une vitesse v telles que :

$$v < v_0, \quad i > i_0, \quad \text{lorsque} \quad \theta > \theta_0 \quad \text{(cabrage)},$$
$$v > v_0, \quad i < i_0, \quad \text{lorsque} \quad \theta < \theta_0 \quad \text{(piquage)}.$$

Les stabilisateurs anémométriques ou à girouette sont basés sur ces variations de v et de i.

2e RÈGLE. — *En régime oscillatoire*, lorsqu'un avion parcourt une trajectoire sinueuse, les variations de v et de i sont différentes des précédentes :

$$v > v_0, \quad i < i_0, \quad \text{lorsque } \theta \text{ croît},$$
$$v < v_0, \quad i > i_0, \quad \text{lorsque } \theta \text{ décroît},$$

θ étant alternativement plus grand et plus petit que θ_0, il en résulte qu'en régime oscillatoire l'anémomètre et la girouette agissent à contresens pendant une partie des oscillations, ce qui a pour effet de les entretenir; on s'explique ainsi pourquoi les stabilisateurs à girouette ou à anémomètre qui donnent souvent de bons résultats sont impuissants à arrêter les mouvements oscillatoires provoqués par certains remous.

5° Afin d'améliorer le fonctionnement des anémogirouettes qui n'échappent pas aux effets du régime oscillatoire, nous avons expérimenté un dispositif gyroscopique à moulinets mus par le vent, uniquement sensible aux variations d'inclinaison longitudinale de l'avion.

Les essais effectués au tunnel du Service des Recherches de l'Aéronautique ont permis de déterminer les caractéristiques des gyroscopes. N étant

le nombre tours/minute des gyroscopes, v la vitesse du vent en kilomètres/heure, C le couple utile en kilogrammes/mètre correspondant à une rotation de α degré en t secondes, on a obtenu :

$$N = 9200 \frac{v}{100} \quad \text{et} \quad C = 0,005 \frac{v}{100} \frac{\alpha}{t}.$$

Les essais en vol, effectués en faisant agir directement les gyroscopes sur le ressort de l'anémomètre ont montré que l'amplitude des oscillations était fortement réduite, même annulée dans certains cas; mais la période de l'oscillation de l'avion qui était de 22 secondes n'a pas été modifiée.

6° Nous avons eu l'idée de changer le réglage du ressort de l'anémomètre au début de la période où celui-ci agit à contresens, de façon à provoquer, pendant cette période, un piquage au lieu d'un cabrage, ou inversement.

Ce changement de réglage peut être commandé automatiquement d'une façon très simple par la girouette elle-même. Cette modification nous a permis de faire disparaître les oscillations lentes, l'avion reprenant immédiatement sa position déquilibre sous l'action de l'anémogirouette.

Ce résultat a été confirmé par l'enregistrement de la vitesse de l'avion qui montre que les variations de vitesse sont apériodiques.

En résumé, les résultats acquis avec un avion n'ayant subi aucune modification, ayant une grande dureté de manœuvre et des volets de gouvernail non équilibrés et non compensés, prouvent que les anémogirouettes sont aptes à réaliser un pilotage automatique correct, sous réserve d'établir entre la girouette et la commande de l'anémomètre une liaison appropriée.

PHYSIQUE. — *Sur la viscosité des gaz aux températures élevées.* Note de M. **Pierre Brémond**, présentée par M. G. Urbain.

Sutherland a établi une formule qui donne la valeur de la viscosité d'un gaz à toute température en fonction de cette température et du coefficient de viscosité du gaz à 0°C. Elle a été vérifiée et reconnue exacte par plusieurs auteurs dans des limites qui varient de — 190° à + 300°.

Nous avons mesuré les coefficients de viscosité des gaz en appliquant la loi de Poiseuille qui donne le débit d'un fluide dans un tube, connaissant le coefficient de viscosité η du fluide, la longueur l du tube, son rayon r et la différence de pression P entre ses extrémités :

$$\text{Débit} = \frac{1}{\eta} \frac{\pi r^4}{8l} P.$$

Nous avons opéré avec l'air, gaz voisin d'un gaz parfait et avec l'anhydride carbonique.

Le dispositif expérimental consistait en un récipient parfaitement étanche, plongé dans un thermostat et communiquant d'une part à un réchauffeur et à un tube capillaire réfractaire en porcelaine, de dimensions connues et chauffé à une température connue dans un four, et d'autre part à un manomètre sensible et à un vase de Mariotte contenant du mercure sec qui pouvait se déverser dans le récipient étanche avec un débit réglable.

Le récipient étant rempli de gaz sec, on laissait pénétrer le mercure lentement; celui-ci chassait un volume égal de gaz qui s'écoulait alors dans le tube capillaire chaud sous une pression mesurée au manomètre. Quand le régime d'écoulement était bien stabilisé, un dispositif automatique de pesée permettait de mesurer le temps d'écoulement d'un poids connu de mercure sans rien changer au régime d'écoulement.

On avait ainsi tous les éléments pour mesurer les coefficients de viscosité en appliquant la loi de Poiseuille. Il restait ensuite à les comparer avec les coefficients calculés d'après la formule de Sutherland :

$$\eta_T = \eta_0 \frac{273 + C}{273^{1,5}} \frac{T^{1,5}}{T + C};$$

η_T, coefficient de viscosité à T° absolus en unités C. G. S.;

C, constante, variable avec chaque gaz, déterminée par Breitenbach par expérience faite à *basse température*.

En prenant, d'après Breitenbach, pour l'air C = 119°,4 et pour l'anhydride carbonique C = 239°,7, nous avons obtenu les résultats suivants :

Coefficients de viscosité mesurés et calculés pour l'air et CO^2.

	$\eta \times 10^{-6}$			$\eta \times 10^{-6}$	
°	CO^2 mesuré.	CO^2 calculé.	°	Air mesuré.	Air calculé.
19	149,9	146,8	18	182,7	182,4
32	159,4	154,3	40	195,8	193,5
104	188,9	187,3	54	195,8	200,2
145	204,1	209,8	74	210,2	209,4
235	241,5	241,8	229	263,8	272,9
417	310,6	307,8	334	312,3	310,4
490	330,0	331,6	357	317,5	318,1
574	367,3	359	409	341,3	335
685	380	390,6	466	350,1	352,8
764	408,4	412,7	481	358,3	359

Coefficients de viscosité mesurés et calculés pour l'air et CO^2 (suite).

	$\eta \times 10^{6}$.			$\eta \times 10^{6}$.	
	CO^2 mesuré.	CO^2 calculé.		Air mesuré.	Air calculé.
850°	435,8	435,7	537°	368,6	374
1008	477,8	475,9	565	375	382
1052	478,6	486,5	620	391,6	397,6
			638	401,4	402,3
			750	426,3	431,8
			810	441,9	446,7
			923	464,3	474,3
			1034	490,6	499,6
			1134	520,6	521,5

La moyenne des différences, *en valeurs absolues*, entre les valeurs calculées et observées, est : pour l'air $=1,16$ pour 100 de la valeur de η_T et pour l'anhydride carbonique $=1,39$ pour 100. La loi de Sutherland, appliquée avec les constantes données ci-dessus, semble donc bien concorder avec l'expérience jusqu'aux températures élevées.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur la masse du neutron.*

Note de M. **Jean-J. Placinteanu**, présentée par M. M. de Broglie.

Les recherches de Chadwick, Feather, Dee et autres auteurs, sur le bombardement de la matière avec des particules α, ont mis en évidence l'existence d'un corpuscule neutre de matière, de masse à peu près égale à l'unité et de charge nulle, qui, avec les protons et les électrons, constitue es éléments primordiaux des noyaux atomiques.

Un modèle pour cette particule, le *neutron*, n'étant pas encore donné, on s'imagine qu'elle n'est autre chose qu'un système *stable* formé d'un proton et d'un électron. Mais si l'on veut calculer d'après cette hypothèse, d'ailleurs très vraisemblable, la masse m_n du neutron, on trouve $m_n = m_p + m_e$, c'est-à-dire la somme des masses m_p du proton et m_e de l'électron, ce qui est en désaccord avec les données expérimentales. D'après les auteurs cités plus haut, la masse m_n est plus petite que $m_p + m_e$. On a donc un défaut de masse.

Le but de cette Note est de proposer une expression pour la masse du

neutron sans faire appel à la notion de défaut de masse. De plus, on est conduit à rendre plausible l'existence des électrons d'énergie négative qui dans la théorie de Dirac ont été interprétés comme des états non occupés d'énergies négatives, sans pouvoir être assimilés avec les protons, ni décelés dans leurs manifestations individuelles. Je m'imagine le neutron comme une particule formée d'un proton et d'un électron d'énergie négative. Étant données les parfaites vérifications numériques, cette hypothèse semble très plausible.

1. Soit donc un système formé d'un proton et d'un électron. Si leur distance relative devient plus petite que le rayon du premier cercle de Bohr (1) $a = h^2/4\pi^2 me^2$ (avec les notations habituelles), le système est instable. Son énergie totale étant la somme des énergies du proton et de l'électron.

Attribuons au proton une énergie propre $m_p c^2$ et à l'électron une énergie propre $m_e c^2$. Au moment où l'électron est à une distance suffisamment petite du proton (2), ils s'unissent en donnant lieu à un système stable, statique, possédant un minimum d'énergie, donc une énergie plus petite qu'avant le processus. Il y aurait donc eu transformation d'un électron d'énergie positive dans un électron de Dirac d'énergie négative avec dégagement d'une radiation correspondant à l'énergie de couplage.

J'attribue à la particule ainsi formée l'énergie

$$m_p c^2 - m_e c^2 = m_n c^2. \qquad (1)$$

Ce neutron est une particule dans un état stable, d'énergie propre $m_n c^2$ et de masse

$$m_n = m_p - m_e. \qquad (2)$$

Cette formule (2) est, d'ailleurs très curieusement, parfaitement vérifiée par les données expérimentales. On a

$$m_p = 1{,}0075, \qquad m_e = 0{,}0055;$$

(1) Il est à remarquer que le rayon a de Bohr peut s'exprimer en fonction du rayon de l'électron $a_0 = e^2/m_e c^2$. On a, en réalité, $a = (137)^2 a_0$, où α étant la constante de Sommerfeld de la structure fine des lignes spectrales, l'on a posé, avec Eddington, $1/\alpha = 137$. Il résulte que les trajectoires stationnaires de Bohr doivent avoir des demi-axes qui sont des multiples entiers, non plus de a, mais encore de a_0. Le nombre 137 de Eddington sépare les régions du noyau des régions atomiques.

(2) Le passage d'une certaine « montagne de potentiel » par l'électron, est, d'après la mécanique ondulatoire, toujours possible.

donc, d'après (2),

$$m_n = 1,0067.$$

Chadwick trouve par voie expérimentale exactement $m_n = 1,0067$ (avec la possibilité d'une variation entre 1,005 et 1,008).

Du processus envisagé il résulte encore une énergie rayonnée, égale à l'énergie de couplage, savoir

$$m_p c^2 + m_e c^2 - m_n c^2 = 2 m_e c^2. \quad (3)$$

Si l'on tient compte de ce que la masse d'un électron correspond à une énergie égale à $5,1 \cdot 10^5$ électrons-volts, il résulte de (3) que l'énergie rayonnée sera égale à un million el-volts, ce qui est en parfait accord avec Chadwick.

2. Ces considérations plutôt empiriques m'ont conduit à me demander, si l'on trouve le même résultat en partant de l'équation de Dirac pour l'électron. Le calcul théorique que j'ai poursuivi dans ce sens m'a amené à la même conclusion.

Il est intéressant de remarquer que c'est la première fois qu'on décèle les manifestations des électrons d'énergie négative. Ils apparaissent donc comme des éléments constitutifs des neutrons. Un tel électron d'énergie négative ne peut exister en état libre. La désintégration d'un neutron laisse un proton libre, mais doit s'effectuer par absorption d'une quantité d'énergie suffisante pour transformer son électron d'énergie négative en un électron d'énergie positive qui sera alors libéré.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la structure fine des bandes d'absorption du bioxyde de soufre dans l'ultraviolet.* Note de M. **Aurel Jonescu**, présentée par M. Jean Perrin.

La molécule de bioxyde de soufre est du type à trois moments principaux d'inertie. La structure fine des bandes pour cette classe de molécules diffère essentiellement de ce que l'on connaît à propos de la molécule biatomique. La théorie du rotateur asymétrique, développée surtout ces dernières années par Klein [1], Wang [2], Kramers-Yttmann [3] et Dennison [4], montre que l'expression de l'énergie de rotation dépend de deux

(1) *Z. Phys.*, 58, 1929, p. 730.
(2) *Phys. Rev.*, 34, 1929, p. 243.
(3) *Z. Phys.*, 53, 1929, p. 553; 58, 1929, p. 217; 60, 1930, p. 663.
(4) *Rev. Mod. Phys.*, 3, 1931, p. 280.

nombres quantiques J et K, et que pour chaque valeur de J existent $(2J+1)$ niveaux d'énergie distincts, qui correspondent aux valeurs de K de $+J$ à $-J$. Une raie déterminée par la transition $J \rightarrow J'$ (simple dans le cas biatomique) présente au moins $(2J+1)$ composantes Zeeman d'intensité observable et qui, dans le cas général, ne coïncident pas.

Supposons $A < B < C$ les trois moments principaux d'inertie; la théorie prévoit trois types de structure, suivant que la variation du moment électrique de la molécule, due à la vibration, s'effectue dans la direction de A, B ou C. Quand cette variation a lieu suivant A, la structure de la bande rappelle, par son aspect, la structure de la bande parallèle du rotateur symétrique et par extention peut être nommée bande de type parallèle.

La théorie a été vérifiée jusqu'ici sur les bandes infrarouges de quelques molécules : hydrogène sulfuré, éthylène, aldéhyde formique. Je donne dans ce qui suit une première application de cette théorie à l'étude de la structure des bandes d'absorption du bioxyde de soufre, dans le premier état d'activation électronique.

La structure a été analysée aux environs de 3000 Å, en utilisant les spectres de premier et de deuxième ordre d'un réseau de Rawland. Cette structure présente trois types différents :

a. Bandes parallèles ayant seulement des branches P;
b. Bandes parallèles avec des branches P et R;
c. Bandes perpendiculaires.

Soient 2Θ l'angle $\widehat{OSO}$ et $\rho = (A/B) < 1$; pour le cas particulier de cette molécule on a $\rho = 1/2 \tan^2\Theta$. J'ai calculé d'après Kramers et Yttmann les transitions et les intensités pour différentes valeurs 2Θ et j'ai interpolé entre ces diagrammes. L'interprétation la plus acceptable a été trouvée en utilisant les $(2J+1)$ transitions les plus intenses entre les premiers cent niveaux d'énergie (de $J = 0$ à $J = 9$).

En supposant que la distance SO ne varie pas d'une manière sensible en passant à l'état activé, soit $r = 1,36$ Å d'après les mesures de Wierl (1) sur la diffraction des électrons, on trouve les nombres suivants pour les constantes de la molécule :

	2Θ.	$A.10^{39}$.	$B.10^{39}$.	$C.10^{39}$ g/cm².
État normal	119°48′	1,23	7,32	8,55
État excité.................	96°22′	2,17	5,45	7,62

(1) *Ann. der Phys.*, 8, 1931, p. 521.

On remarque que, par l'activation électronique, l'angle 2Θ diminue; le phénomène paraît être général pour cette classe de molécules. Un examen sommaire de la structure fine des bandes du bioxyde d'azote dans la région 2500 Å (bandes parallèles, branches R) montre une variation du même ordre.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre en haute fréquence de l'argon en présence du mercure.* Note de M. **R. Zouckermann**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude du mécanisme de la décharge en haute fréquence par la spectroscopie de la lumière émise suggère ([1]) l'intervention de chocs de seconde espèce (échanges d'excitations). Un choc de cette nature a été particulièrement bien mis en évidence par Penning ([2]) entre l'atome normal de mercure et les atomes métastables d'argon (niveaux 4^3P_0 et 4^3P_2). C'est pourquoi j'ai étudié la décharge dans un mélange en proportions variables d'argon et de mercure.

Les tubes à décharges, en pyrex ou en silice, avaient environ 3^{cm} de diamètre et 10^{cm} de longueur. Ils étaient reliés à une installation permettant de produire et de mesurer la pression. Ils portaient de plus une petite tubulure latérale de 10^{cm} de longueur, terminée par un petit ballon de 2^{cm} de diamètre contenant une goutte de mercure très pur. Après chauffage prolongé, à 400° dans le cas du pyrex, au rouge dans le cas de la silice, le mercure était distillé plusieurs fois dans la tubulure latérale. Puis le ballon était immergé dans l'air liquide pendant un dernier chauffage du tube et de toute la canalisation qui y conduisait. L'argon, à une pression de $0^{mm},02$ à 1^{mm} de Hg était alors introduit dans le tube, par l'intermédiaire d'un piège à air liquide. Ce tube à décharges était muni à ses extrémités de deux bagues de papier d'étain, de 1^{cm} de largeur, servant d'électrodes extérieures. Ces électrodes formaient le condensateur d'un petit circuit oscillant accordé et couplé assez lâchement avec un générateur d'ondes entretenues ($\lambda = 12^{m}$). La lumière émise était examinée entre 3900 et 7000 Å au moyen d'un spectrographe Huet ([3]) (dispersion 12 Å par millimètre vers 4000 Å), et entre 2300 et 4000 Å au moyen d'un spectrographe Hilger E_2.

I. Un premier spectre de l'argon pur était enregistré, qui ne contenait aucune trace de lignes ou bandes étrangères. L'air liquide qui maintenait le mercure dans le réservoir latéral était alors supprimé. A partir de ce

([1]) R. Zouckermann, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 409.
([2]) Penning, *Zts. f. Phys.*, **46**, 1927, p. 335.
([3]) *Revue d'Optique*, **11**, 1932, p. 458.

moment, on enregistrait un spectre toutes les quatre minutes (poses de trois minutes). Au fur et à mesure de l'arrivée de la vapeur de mercure dans le tube à décharges, les lignes du mercure apparaissaient, et celles de l'argon s'affaiblissaient ou disparaissaient. L'intensité des raies de l'argon semblait passer par un minimum, puis croître de nouveau légèrement. Pendant la décharge, la température du tube ne s'élevait que d'une dizaine de degrés au-dessus de la température ordinaire.

La vapeur de mercure seule, à la pression qui correspondait à la température ordinaire (10^{-3} mm de Hg), peut être illuminée par le même procédé, mais le caractère de la décharge est différent, le tube s'échauffe notablement, et dans la lueur, plus faible, certaines raies de simplets et d'intercombinaison sont renforcées. Quelques-unes même apparaissent dont il n'y avait pas trace, sur les clichés, en présence d'argon (5676, $2^3S_1 - 5^1P_1$; 2540, $2^3P_2 - 7^1D_2$; 2603, $2^3P_2 - 8^1D^2$; 2578, $2^3P_2 - 9^1D_2$). Les raies de triplets ne sont pas affectées.

II. D'autre part, un électromètre de faible capacité relié aux bornes du tube m'a permis de mesurer le potentiel explosif et le potentiel d'entretien de la décharge. J'ai constaté qu'en haute fréquence, pour une pression de $0^{mm},5$ de Hg par exemple, le potentiel explosif passait de 189 volts pour l'argon pur à 162 volts en présence de vapeur de mercure (pression saturante à la température ordinaire). Cet abaissement du potentiel explosif a déjà été remarqué dans le cas de décharges en courant continu par Penning, qui a démontré qu'il fallait l'attribuer à l'ionisation des atomes normaux de mercure par les atomes métastables d'argon (PENNING, *loc. cit.*).

Quant au potentiel aux bornes du tube au cours de la décharge, il était d'environ 20 volts dans l'argon pur (potentiel d'ionisation 15,7 volts), et d'environ 10 volts en présence de mercure. L'intensité du courant dans le circuit du tube est assez élevée (de l'ordre de 0,1 ampère) [1]. Le régime de la décharge (faible tension, grands courants) est donc semblable à celui de l'arc à bas voltage, dans lequel l'ionisation est souvent faite aux dépens d'atomes métastables.

III. Le mécanisme de la décharge semble donc être le suivant : les électrons s'accélèrent jusqu'aux potentiels métastables de l'argon (11,51 et 11,70 volts). Les atomes d'argon excités aux niveaux métastables par un premier choc peuvent être portés à un niveau plus élevé, ou ionisés, par un second choc électronique. Mais en présence du mercure, les atomes de

---

[1] *Loc. cit.*

mercure sont ionisés par les atomes métastables d'argon, ce qui augmente la conductibilité du tube, fait apparaître le spectre du mercure et affaiblit celui de l'argon.

ÉLECTROCHIMIE. — *Emploi d'anodes bimétalliques dans la synthèse électrolytique des alliages.* Note de M. C. **Béchard**, présentée par M. G. Urbain.

I. Lorsqu'on dépose électrolytiquement un alliage de deux ou plusieurs métaux, on utilise généralement, comme anode, soit une substance inattaquable, soit l'alliage à déposer.

Cependant, R. C. Ernst et C. A. Mann (1), dans leur étude sur le dépôt des alliages Cu-Cd-Zn, ont employé des lames, *de dimensions égales*, de chacun des trois métaux.

Nous avons pensé qu'il était intéressant de voir si, en faisant varier les surfaces relatives des métaux simples employés comme anodes, la composition du dépôt cathodique variait parallèlement.

Les expériences ont été faites sur les dépôts d'alliages cuivre-zinc, en utilisant des anodes bimétalliques formées d'une lame de cuivre et d'une lame de zinc dont le rapport des surfaces pouvait être fixé à volonté.

Les électrolyses étaient effectuées en série dans des bains de cyanures soumis à une agitation rapide. Chaque série comportait cinq bacs qui ne différaient entre eux que par les surfaces relatives des deux métaux anodiques, zinc et cuivre, et un bac de référence dont l'anode était constituée par du laiton ordinaire (66 pour 100 de cuivre, 34 pour 100 de zinc).

Les surfaces relatives Zn/Cu des anodes des cinq bacs correspondaient aux rapports suivants : 5/1, 4/2, 3/3, 2/4, 1/5.

Nous avons fait toute une série d'expériences dont chacune durait 96 heures. Les essais étaient interrompus toutes les 24 heures, et les dépôts analysés. Finalement, le cuivre et le zinc étaient dosés dans le bain. On pouvait suivre l'évolution des dépôts et, la composition initiale du bain étant connue, il était possible d'établir le bilan complet de chaque essai et de mettre en évidence l'évolution de l'électrolyte.

Les résultats obtenus permettent les conclusions suivantes :

1° Avec une anode de laiton, et dans des conditions qui fournissent un

---

(1) *Trans. of Amer. Electrochem. Soc.*, 61, 1932, p. 363.

dépôt riche en cuivre (80 pour 100 par exemple), on constate que la dissolution anodique du cuivre ne compense pas son dépôt à la cathode : par suite, le bain s'appauvrit en ce métal en même temps que la surface de l'anode prend l'aspect du zinc. Ce dernier phénomène ne se manifeste qu'au bout d'un certain temps mais, à ce moment, la dissolution anodique du zinc devient prépondérante : la concentration du zinc augmente dans le bain. En conséquence, la teneur en zinc du dépôt augmente jusqu'au moment où, le zinc en excès sur l'anode étant dissous, celle-ci reprend l'aspect du laiton.

Il y a manifestement un décalage entre les modifications de l'allure de dissolution anodique et les oscillations correspondantes de la composition de l'alliage déposé. Ce décalage est vraisemblablement dû à un effet d'inertie du bain.

Les oscillations peuvent se continuer pendant toute la durée de l'expérience. Elles correspondent à un phénomène périodique, à une véritable autorégulation par l'anode de la composition du bain et de la composition du dépôt.

Les chiffres ci-dessous justifient cette conclusion quant à la composition de l'alliage cathodique.

Anode de laiton.

Densité de courant : 300 milliampères par décimètre carré de cathode.

	Teneur du dépôt en cuivre au bout de :			
	24 heures.	48 heures.	72 heures.	96 heures.
Pour 100............	57,5	64,2	62,8	66,6

2° Le même phénomène d'autorégulation s'observe avec les anodes constituées par les métaux simples ; mais, si la fréquence d'oscillation est à peu près la même, l'amplitude est beaucoup plus grande comme le montre l'exemple suivant :

Anode n° 2.

Rapport de surfaces Zn : Cu = 5.
Densité de courant : 300 milliampères par décimètre carré de cathode.

	Teneur du dépôt en cuivre au bout de :			
	24 heures.	48 heures.	72 heures.	96 heures.
Pour 100............	36,6	22,5	53,6	50,6

3° D'une manière générale, les expériences montrent que l'amplitude des oscillations constatées est d'autant plus grande que la composition de

l'anode bimétallique s'écarte davantage de celle de l'alliage susceptible de se déposer dans les conditions expérimentales données (composition du bain, densité de courant, température, etc.).

4° Dans le cas d'une anode de laiton, la prédominance de la dissolution anodique du cuivre a pour effet d'enrichir la surface de l'anode en zinc, ce qui conduit à arrêter l'apport de cuivre à l'électrolyte. Ce mécanisme simple est inopérant dans le cas d'anodes bimétalliques. Ici, l'arrêt de la dissolution prédominante de l'un des deux métaux de l'anode s'effectue par l'intermédiaire de couples locaux s'établissant entre les deux métaux et ayant pour conséquence de déposer un métal sur l'autre. Nous avons, en effet, observé que lorsque la demande en cuivre a été par trop forte il se formait un dépôt électrolytique de zinc sur le cuivre de l'anode. L'inverse a été également observé.

II. Nous avons pensé enfin qu'il serait intéressant d'éviter d'imposer à l'avance une composition déterminée au dépôt cathodique et de partir d'une solution de cyanure de potassium exempte des métaux à déposer. Dans ces conditions, l'attaque anodique par l'anion cyanure fait passer en solution du cuivre et du zinc, dans des proportions qui dépendent en premier lieu du rapport des surfaces exposées des deux métaux de l'anode. La teneur du bain en cuivre et en zinc détermine à son tour la composition de l'alliage qui se dépose à la cathode. Une fois un dépôt d'alliage formé, on retrouve les phénomènes décrits ci-dessus, de variations périodiques des trois grandeurs interdépendantes : rapport des vitesses de dissolution anodique des deux métaux, composition de la solution, composition de l'alliage déposé.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur les rayonnements excités par les rayons α dans le fluor*. Note de M. **P. Savel**, présentée par M. Jean Perrin.

Mme I. Curie et M. F. Joliot [1] ont montré que le rayonnement pénétrant excité dans le fluor soumis au bombardement des particules α est en partie au moins composé de neutrons. Nous précisons ici la composition de ce rayonnement, et les relations entre cette émission et l'énergie des particules α.

Nous avons employé pour ce travail une chambre d'ionisation à pression

(1) Mme I. Curie et M. F. Joliot, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 397.

élevée reliée à un électromètre de Koffmann. L'étude préliminaire du fonctionnement de cette chambre montre que l'ionisation produite par les rayons γ (Ra ou Po) augmente considérablement lorsqu'elle est remplie d'argon à 30^{atm}; tandis que l'emploi d'hydrogène à la même pression favorise l'effet des neutrons (projection d'atomes d'hydrogène).

La chambre d'ionisation était remplie soit d'argon pour l'étude des rayons γ, soit d'hydrogène pour celle des neutrons. Des mesures comparatives d'absorption dans des écrans divers de masse superficielle égale renseignent sur la nature du rayonnement étudié. Le fluor sous forme de F^2Ca est irradié par les particules α d'une très forte source de P_0 de 150 millicuries (prêtée par I. Curie et F. Joliot). Pour chaque mesure on fait la correction relative au rayonnement du polonium.

Rayonnements γ et neutron du fluor irradié par les particules α du polonium. — Le fluor émet un rayonnement γ paraissant homogène, de coefficient d'absorption massique dans le Pb $\mu/\rho = 0,058$ correspondant à une énergie quantique d'environ $1,3.10^6$ ev. L'absorption dans 10 g/cm² de paraffine est plus faible (22 pour 100) que dans 10 g/cm² de Pb (44 pour 100), ce qui montre que l'on a bien un rayonnement composé en majeure partie de photons.

Le rayonnement neutron observé est très pénétrant; il faut $5^{cm},5$ de Pb pour réduire son intensité de moitié. Tandis que 10 g/cm² de Pb absorbent environ 10 pour 100 du rayonnement, un écran de même masse superficielle de paraffine produit une diminution de 70 pour 100, ce qui montre bien que ce rayonnement est en grande partie composé de neutrons.

Excitation des rayonnements γ et neutron. — Le fluorure de calcium est étendu sur une calotte sphérique de $2^{cm},9$ de rayon dont le centre est occupé par la même source de polonium. On fait varier la pression du gaz (CO^2) entre la source et la substance, de façon à irradier celle-ci par des rayons α de différentes énergies.

L'excitation du rayonnement γ commence pour une énergie minimum des particules α de 0,9 à $1,2.10^6$ ev. ($R_\alpha = 0,6$ à $0^{cm},7$) tandis que l'énergie minimum nécessaire pour l'excitation des neutrons est nettement plus grande 2,5 à 2,7.10 ev ($R_\alpha = 1^{cm},5$).

D'après les expériences de désintégration artificielle du fluor [1] on doit s'attendre à ce que l'émission de chaque paire de groupes de protons soit

---

[1] CHADWICK et CONSTABLE, *Proc. Roy. Soc.*, 135, 1932, p. 48.

accompagnée d'une radiation γ d'énergie quantique égale à $0,7.10^6$ ev. D'autre part l'émission des protons les plus courts commencerait avec des particules α de $2^{cm},2$ de parcours correspondant à une énergie

$$W_\alpha = 3,4.10^6 \text{ ev.}$$

La différence d'énergie du quantum que nous trouvons (environ $0,6.10^6$ ev.) et surtout celle de la particule α nécessaire pour produire l'excitation (de l'ordre de 2.10^6 ev.) nous obligent à admettre que l'origine d'une partie au moins de ce rayonnement γ est différente.

On peut ici faire la même hypothèse que dans le cas du lithium (¹); l'émission des photons correspondrait à l'excitation du noyau sans capture de la particule α. A ce rayonnement γ peut se superposer un autre rayonnement de même nature, lorsque l'énergie de la particule α est suffisante pour provoquer la transmutation du noyau avec émission de neutron ou de proton. Une étude plus précise de l'absorption de ce rayonnement serait utile pour vérifier cette hypothèse.

RADIOACTIVITÉ. — *Mesure directe des intensités de la structure fine des rayons α.* Note de MM. **S. Rosenblum** et **P. Chevallier**, présentée par M. A. Cotton.

L'un de nous (²) avait montré que plusieurs groupes de rayons α, supposés isocinétiques, étaient en réalité complexes. L'intensité relative de chacune des composantes ayant actuellement un intérêt théorique (³), nous nous sommes proposé de l'étudier à l'aide d'un dispositif permettant l'enregistrement individuel des particules α.

Dispositif expérimental. — La source émettrice des rayons α est placée dans un système de deux fentes disposé de la façon habituelle (⁴) mais un compteur, genre Geiger, remplace la plaque photographique comme récepteur du rayonnement. Pour que les trajectoires des rayons α restent concentriques par rapport à l'axe de l'électro-aimant (auquel on fait

---

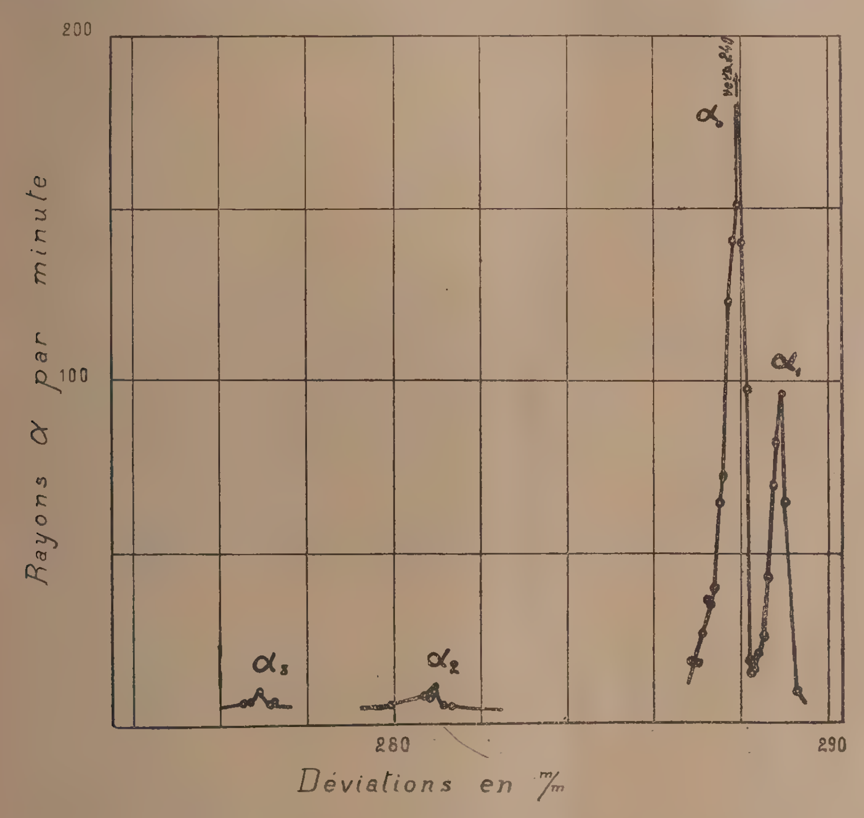
(¹) I. Curie et F. Joliot, *loc. cit.*

(²) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1401, et 190, 1930, p. 1124.

(³) Gamow, *Atomic nuclei and radioactivity* (*Clarendon Press*, 1931); Ellis et Mott, *Proc. Roy. Soc.*, A., 139, 1933, p. 369; Gamow, *Nature*, 131, 29 avril 1933, p. 618.

(⁴) Rosenblum, *J. de Phys.*, 1ʳᵉ série, 1, 1930, p. 438.

produire un champ maintenu constant), le compteur et la source se déplacent simultanément à l'aide d'une vis à filets inverses. L'exploration topographique du spectre se fait donc en tournant cette vis à l'aide d'un bouton moleté, tandis qu'un tambour gradué permet la lecture de la distance source-compteur avec une précision de l'ordre du 1/100e de millimètre.



Structure fine du thorium C.

La source et le compteur, dont la distance varie entre 25 et 35cm environ, sont enfermés dans la chambre à vide décrite précédemment et la manœuvre se fait à l'extérieur par un rodage conique. Cet ensemble, compteur-source et dispositif de commande, pénètre dans la chambre par un rodage plan qui porte également les connexions électriques.

Les impulsions données par les décharges dans le compteur sont transmises par une connexion longue de 2 à 3m à l'amplificateur placé dans une

région de champ magnétique faible. L'amplificateur (du modèle habituel à résistance capacité) actionne un haut parleur de contrôle et un dispositif de comptage simple : ce compteur a été réalisé par M. Frilley pour faire la numération des rayons γ par une méthode qui sera décrite ultérieurement. Cet appareil se compose d'un mouvement d'horlogerie dont le balancier a été supprimé et remplacé par une commande par électroaimant. On peut compter un grand nombre de particules, la réponse du totalisateur étant voisine du 1/50e de seconde.

Dans des publications ultérieures, nous espérons pouvoir donner quelques résultats précis. Dès maintenant, nous donnons, pour illustrer la marche de l'expérience, dans la courbe ci-dessus (voir la figure), la répartition de l'intensité des raies fortes du thorium C. Ces résultats préliminaires sont en accord satisfaisant avec les travaux sur la distribution du noircissement obtenus par la méthode photographique et avec les résultats directs obtenus récemment par Lord Rutherford et ses collaborateurs à l'aide de l'électro-aimant spécial existant depuis un an à Cambridge ([1]).

Il est intéressant de noter que ces essais préliminaires ont été obtenus avec des sources assez faibles équivalentes à 10^{-5}g de radium élément environ. Le dispositif adopté semble être conforme aux exigences et possibilités de Bellevue, les mesures pouvant être effectuées assez rapidement. Ce dispositif ajoute, d'autre part, à l'avantage d'une grande dispersion, la possibilité d'utiliser un angle solide rayonnant assez considérable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la température d'inflammation des mélanges d'ammoniac et d'air.* Note de MM. **P Laffitte** et **H. Picard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les seules déterminations de la température d'inflammation des mélanges ammoniac-air qui aient été faites jusqu'ici sont celles de Holm ([2]), qui a obtenu la valeur 780° C. Il opérait par la méthode de Dixon, dite des tubes concentriques, qui consiste à envoyer séparément les constituants du mélange par deux tubes concentriques dans un four chauffé à température convenable. Mais, de cette manière, on ne peut connaître la composition exacte du mélange en combustion.

([1]) *Proc. Roy. Soc.*, **139**, 1933, p. 617.

([2]) Holm, *Zeit. f. angew. Chem.*, **26**, 1913, p. 273.

C'est pourquoi il nous a paru intéressant de déterminer les températures d'inflammation de mélanges ammoniac-air de concentrations variables. Nous utilisions un dispositif expérimental dérivé de la méthode du pyromètre de Mallard et Le Chatelier (¹) et que nous avons déjà eu l'occasion de décrire (²). Le mélange gazeux, préalablement desséché, était envoyé dans le récipient de combustion dans lequel avait été réalisé un vide de $0^{mm},005$ de mercure. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

NH^3 pour 100.	8,9	11,8	12,0	13,8	18,9	23,3	31,3	35,6	42,7	50,7	53,4	57,4
t^o C.	960	940	932	930	928	917	918	922	929	948	950	1002

On voit que, pour des teneurs croissantes en ammoniac, la température d'inflammation décroît d'abord très rapidement, puis passe par un minimum très net aux environs de 23-25 pour 100 d'ammoniac, et enfin croît d'une manière sensiblement linéaire. Quelle que soit la concentration du mélange la température d'inflammation est toujours supérieure à 917°. Ce sont là des valeurs bien supérieures à toutes celles observées jusqu'ici avec les autres mélanges gazeux combustibles. La valeur de 780° donnée par Holm peut difficilement être rapprochée de nos mesures, non seulement parce qu'il employait une méthode ne permettant pas de connaître la composition du mélange à l'endroit où se produit la flamme, mais aussi parce que les températures d'inflammation qu'il a données pour d'autres mélanges gazeux sont très notablement inférieures à celles indiquées par d'autres expérimentateurs. En particulier pour les mélanges hydrogène-air il obtient des valeurs beaucoup plus basses que celles de Dixon qui utilisait cependant la même méthode expérimentale.

Aux températures élevées auxquelles avait lieu l'inflammation dans nos expériences, le four est très lumineux, mais la flamme étant très brillante, surtout au voisinage du minimum de la température d'inflammation, elle peut être observée sans difficulté. Cependant plus on s'éloigne du minimum plus la luminosité de la flamme diminue, tandis que celle du four augmente.

(¹) Mallard et Le Chatelier, *Ann. Min.*, 4, 1883, p. 274.

(²) Laffitte et Prettre, *Bull. Soc. chim.*, 45, 1929, p. 795. Voir aussi Prettre, *Ann. Comb. Liq.*, 6, 1931, p. 7.

C'est pour cette raison qu'il n'a pu être fait de mesures au-dessous de 8,9 et au-dessus de 57,4 pour 100 d'ammoniac. D'ailleurs ces teneurs extrêmes sont fort éloignées des limites d'inflammabilité à la température ordinaire [16,1 et 29,6 pour la propagation ascendante d'après White (1)]. D'autre part, alors que le *retard* à l'établissement de la flamme est nul au voisinage du minimum, il devient appréciable lorsqu'on arrive à des températures d'inflammation de 940-950°. Mais il est toujours faible et n'atteint jamais une seconde. Par suite de ce faible retard et à cause aussi de la luminosité du four il ne peut être observé de luminosité du mélange avant l'inflammation.

L'emploi d'un *mélange non desséché* au lieu de gaz secs ne modifie pas la température d'inflammation des mélanges ammoniac-air. Les valeurs obtenues en utilisant l'air du laboratoire auquel on ne fait pas subir de dessiccation sont les mêmes que celles du tableau précédent. Mais l'adjonction d'une quantité déterminée d'*hydrogène* abaisse notablement les températures d'inflammation et cela d'autant plus que le mélange est moins riche en ammoniac. Voici par exemple les températures d'inflammation de quelques mélanges ammoniac-air additionnés (*a*) ou non (*b*) de 1 pour 100 environ d'hydrogène.

NH^3 pour 100	23.	30.	34.	37.
t^o (*a*)	890	910	912	915
t^o (*b*)	920	920	922	923

Avec de plus grandes quantités d'hydrogène l'abaissement de la température d'inflammation est plus important encore. Ainsi la présence de 5 pour 100 environ d'hydrogène ramène de 920 à 775° la température d'inflammation d'un mélange à 32 pour 100 environ d'ammoniac et de 926 à 830° celle d'un mélange à 40 pour 100 de NH^3. Pour 10 pour 100 d'hydrogène le mélange ammoniac-air à 37 pour 100 de NH^3 s'enflamme à 785° (au lieu de 923°) et pour 15 pour 100 d'hydrogène la température d'inflammation de ce même mélange est de 675°.

(1) WHITE, *J. Chem. Soc.*, 121, 1922, p. 1688.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du chlorure de sodium.* Note de M. **F. Bourion** et Mlle **O. Hun**, présentée par M. G. Urbain.

Cette recherche a été conduite, de même qu'un travail analogue relatif au chlorure de potassium [1], en choisissant la constante cryoscopique k' de manière que la constante d'équilibre

$$K_3 = \frac{c^3}{c'} = \frac{3C^2(330\Delta - ak')^3}{4a^2k'^2(3ak' - 330\Delta)}$$

possède la même valeur que dans l'eau [2] soit 3,500. Dans cette relation c, c' et C sont respectivement les concentrations des molécules simple, triple et totale de la résorcine, cette dernière étant exprimée en molécules simples, Δ l'abaissement cryoscopique produit par la résorcine et a la masse de cette substance pour 100^g d'eau.

Nous avons étudié successivement, pour la première fois, les solutions de ClNa 1M, puis, les solutions de ClNa 0,5M qui avaient été examinées par l'un de nous en collaboration avec M. Tuttle [3], mais d'après la méthode des premiers passages par zéro. Dans ce travail, de même que pour les solutions de résorcine dans l'eau et dans le chlorure de potassium, les concentrations sont prises à la température ordinaire (15° C.). Nous avons observé :

	ClNa 1 M; $k' = 24,28$.		ClNa 0,5 M; $k' = 21,45$.	
Concentration.	Δ.	K_3.	Δ.	K_3.
0,250	0°,607	2,656	0°,526	2,032
0,375	0,886	2,584	0,774	2,496
0,500	1,163	3,052	1,010	2,743
0,625	1,433	3,417	1,236	2,881
0,750	1,685	3,437	1,4635	3,168
0,875	1,929	3,423	1,679	3,241
1,000	2,170	3,440	1,893	3,334
1,125	2,410	3,478	2,112	3,511
1,250	2,653	3,556	2,324	3,577
1,375	2,890	3,565	2,533	3,602

[1] F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1111.
[2] F. Bourion, E. Rouyer et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1015.
[3] F. Bourion et Ch. Tuttle, *J. Chim. Phys.*, 26, 1929, p. 291-311.

Concentration.	ClNa 1M; $k'=24{,}28$. Δ.	K_3.	ClNa 0,5M; $k'=21{,}45$. Δ.	K_3.
1,500	3,134	3,637	2,744	3,638
1,625	3,366	3,576	2,953	3,641
1,750	3,603	3,551	3,161	3,616
1,875	3,837	3,491	3,3635	3,530
2,000	4,074	3,438	3,5725	3,486
2,125	–	–	3,783	3,436
2,250	–	–	4,0005	3,416
2,375	–	–	4,2185	3,376
2,500	–	–	4,439	3,331

On voit que pour $k'=24{,}28$, K_3 moyen est 3,5085 pour la solution de ClNa 1 M lorsque la concentration en résorcine varie de 0,750 à 2,000 et que K_3 moyen est 3,4918 lorsque la concentration en résorcine varie de 1,000 à 2,500 avec $k'=21{,}45$ pour les solutions ClNa 0,5 M. On calcule aisément par extrapolation, en utilisant les valeurs de K_3 correspondant à d'autres grandeurs de k' que $K_3=3{,}500$ pour $k'=24{,}2867$ avec la série ClNa 1 M et pour $k'=21{,}4448$ dans la série ClNa 0,5 M.

Calcul de l'hydratation globale des ions. — 1° ClNa 1 M. Le pour cent x de l'eau fixé sur le sel est

$$x=\frac{100\,(24{,}2867-18{,}4)}{24{,}2867}=24{,}24.$$

D'autre part, on calcule facilement d'après la connaissance de la densité de la solution ClNa 1 M à 15°C., soit 1,04111, que la masse de chlorure de sodium par 100^g d'eau est 5^g,9535, de sorte que le nombre de molécules d'eau fixé sur une molécule de chlorure de sodium est

$$\frac{24{,}24\times 58{,}5}{5{,}9535\times 18}=13{,}23.$$

L'hydrate correspondant aux solutions ClNa 1 M est donc

$$\mathrm{ClNa}\ 13{,}2\,H^2O.$$

Des expériences relatives à des mesures de nombres de transport des ions pour des solutions de ClNa 1 M ont fourni en tenant compte de l'hydratation individuelle des ions ClNa 12-13 H^2O (1), ClNa 12,4 H^2O (2) tandis que

(1) Baborovsky, Velisek et Wagner, *J. Chim. Phys.*, 25, 1928, p. 452-481.

(2) Washburn, *Z. Phys. chem.*, 66, 1909, p. 563; *Amer. Chem. Soc.*, 31, 1909, p. 322; Kraus, *The Properties of Electrally Conducting Systems*, New-York, p. 201.

des mesures de solubilité de N^2O et C^2H^2 ont donné [1] ClNa 12 H^2O; tous ces résultats qui correspondent à la température ordinaire sont voisins de ceux que nous avons obtenus.

2° ClNa 0,5 M. En conduisant le calcul comme nous venons de le faire pour les solutions de ClNa 1 M, on trouve pour les solutions de ClNa 0,5 M, dont la densité à 15°C. est 1,02091, et en prenant la valeur $k' = 21,4448$ indiquée précédemment que l'hydrate correspondant est

$$ClNa\ 15,6\ H^2O$$

de degré plus élevé que celui des solutions ClNa 1 M. En comparant ces résultats à ceux qu'ont fournis les solutions correspondantes de chlorure de potassium (*loc. cit.*), on voit que les ions sodium sont notablement plus hydratés que les ions potassium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la précipitation rayonnée du carbonate de strontium.* Note de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. G. Urbain.

Un examen cinématographique antérieur des anneaux de Liesegang [2] a montré que leur génération comporte des étapes diverses, à partir du dépôt de la goutte de nitrate d'argent aqueux sur la gélatine bichromatée. La préparation emprunte transitoirement un aspect rayonné, lorsque la collerette de chromate d'argent précipité, ceinture primitive de la goutte déposée, se hérisse de protubérances. Ultérieurement, la stratification qui prend naissance dans les intervalles des protubérances devient prédominante, tandis que les protubérances elles-mêmes tendent les unes et les autres à s'effacer.

Dans d'autres cas cependant, le stade de précipitation rayonnée préannulaire peut assumer beaucoup plus d'importance. La précipitation rayonnée cessant alors d'être fugitive survit à la précipitation annulaire, dont elle constitue le prélude, et elle conserve un développement plus ou moins étendu. La précipitation du carbonate de strontium, dans des conditions appropriées, est susceptible de manifester une telle morphologie.

Une figure de précipitation, telle que celle reproduite ci-après, résulte éventuellement, en effet, de l'apposition d'une goutte de chlorure de strontium aqueux sur de la gélatine imprégnée de carbonate de potassium.

---

(1) Manchot, Jahrstorfer et Zepter, *Z. anorg. chem.*, **141**, 1924, p. 38-81.

(2) Suzanne Veil et L. Bull, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 282.

Dans la région immédiatement contiguë à la goutte de chlorure de strontium, le précipité se répartit tout d'abord de manière sensiblement uniforme, en une zone opaque résoluble en cristaux individuellement discernables au microscope. A un moment donné, toutefois, l'opacité de la goutte perd son uniformité : des inégalités d'épaisseur apparaissent, en directions radiales. La réaction poursuivant sa progression, seules les régions les plus

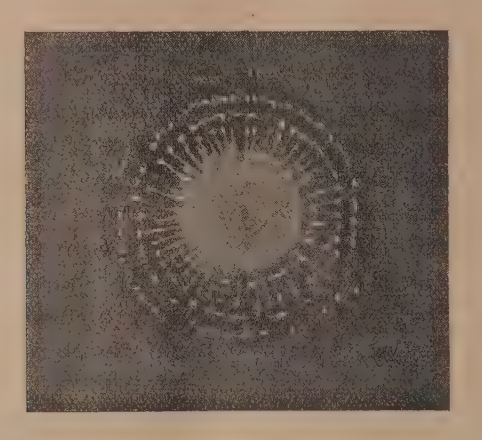


Figure de précipitation du carbonate de strontium dans la gélatine.

épaisses gagnent du terrain, et garnissent la préparation d'autant de protubérances. Ces protubérances, de beaucoup plus accusées que dans le cas de Liesegang, peuvent étendre très notoirement le domaine constitué par l'ensemble de la goutte et de sa ceinture compacte. En général, au cours de leur longueur, elles comportent plusieurs renflements. Les derniers renflements de chacune d'entre elles semblent marquer, dans une certaine mesure, le début de la phase périodique de la réaction, ou en d'autres termes, l'emplacement d'un premier anneau.

Désormais le précipité, dépouillant sa structure rayonnée, se répartit en petits amas disposés en anneaux successifs. Il constitue parfois aussi des strates ouvertes formant spirales.

Dans la présente réaction, la précipitation annulaire, nettement postérieure à la précipitation rayonnée, ne l'annihile donc pas, et les deux modes de précipitation coexistent dans la figure finale.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Structure des hétérosides d'après leurs spectres d'absorption.* Note [1] de Mme **Ramart-Lucas** et M. **Rabaté**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les méthodes qui ont jusqu'ici permis d'établir la structure de certains hétérosides font intervenir des réactions chimiques longues et délicates. De plus, au cours des métamorphoses que l'on fait subir à ces substances par l'emploi de telles méthodes, des transpositions intramoléculaires sont toujours à craindre et ceci rend parfois incertaines les conclusions auxquelles on aboutit.

D'autre part, les études qui ont été faites sur l'absorption de la lumière par ces composés [2] sont restées qualitatives et n'ont eu pour but que d'apporter une contribution à la connaissance de leurs caractères et d'aider à leur identification.

Or la connaissance des relations qui lient la structure des molécules et leur absorption dans l'ultraviolet doit permettre, par l'étude des spectres de ces hétérosides, non seulement de déterminer la structure du groupement prosthétique, mais encore la position occupée dans la molécule par le radical correspondant aux sucres présents.

Observons que les sucres sont, en solution neutre, transparents pour les longueurs d'onde plus grandes que 2200 U. Å. Comme les oses donnent les réactions des aldéhydes et des cétones, on peut en déduire que, en solution neutre, ces substances sont en équilibre sous les deux formes semi-acétal ⇌ aldéhyde ou cétone. Ces dernières formes ne figurant dans le mélange qu'à l'état de traces.

Il en est de même lorsque la molécule de sucre est unie à un radical alcoyle. Nous avons mesuré l'absorption du méthylglucoside β et nous avons constaté qu'il ne possède pas de bandes définies pour $\lambda \leq 2150$ U. Å.

En sorte que si, dans un hétéroside, la molécule de sucre se trouve fixée sur une chaîne aliphatique, cet hétéroside doit sensiblement avoir la même couleur que le groupement prosthétique.

---

(1) Séance du 8 mai 1933.

(2) Tomokachi Tasaki, *Journ. Chem. Soc. Jap.*, 47, 1926, p. 234, 299, 432, 481; V. Brustier, *Thèse Doctorat Médecine*, Toulouse, 1926; L. Péchon, *Thèse de Pharmacie*, Paris, 1931.

C'est effectivement ce que nous avons constaté en mesurant l'absorption de l'amygdaloside, de l'amygdonitrile glucoside, du benzylglucoside β, du phényléthylglucoside β. La position des bandes de chacun de ces hétérosides est identique à celle du groupement prosthétique correspondant. La figure 1 contient (courbe 1) du phényléthylglucoside β et de l'alcool phényléthylique (courbe 2). La figure 2 contient les courbes de l'amygdonitrile glucoside (courbe 1) et du méthylamygdonitrile (courbe 2).

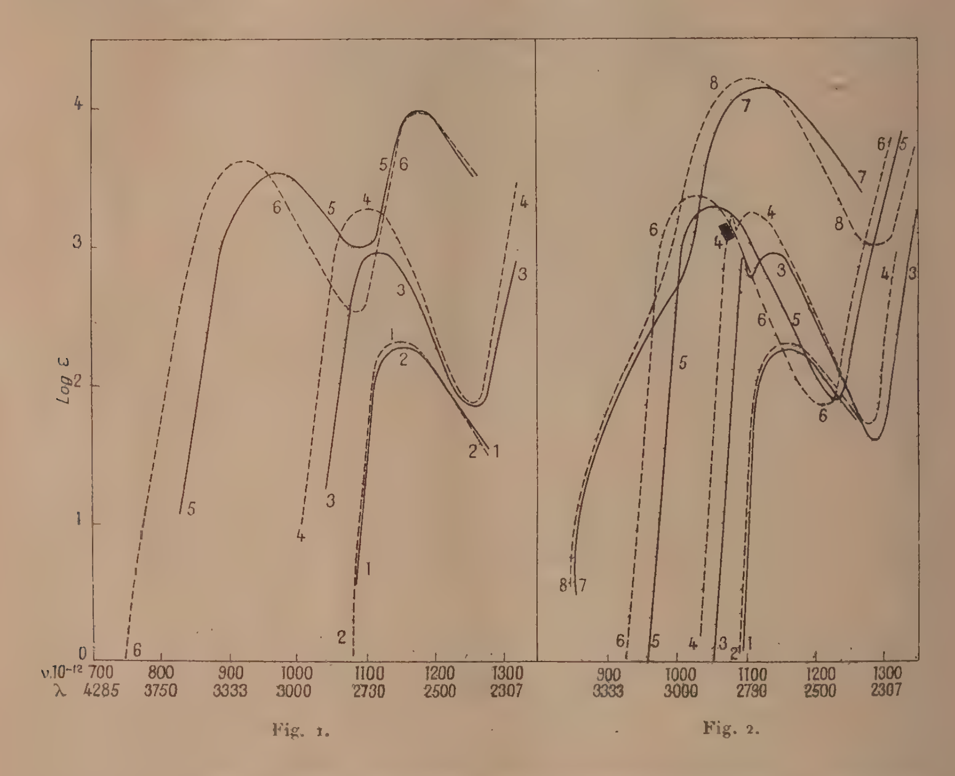


Fig. 1. Fig. 2.

Si au lieu de se trouver engagé sur une chaîne aliphatique, le sucre est fixé sur un noyau aromatique, la couleur du groupement prosthétique peut être différente de celle de l'hétéroside.

Afin de déterminer cette variation de couleur dans le cas le plus simple, nous avons effectué la synthèse du phénylglucoside β et nous en avons mesuré l'absorption (*fig.* 2, courbe 3).

Nous avons constaté que l'estérification de la fonction phénol par un sucre provoque un déplacement de l'absorption vers l'ultraviolet et une

diminution de l'intensité de cette absorption par rapport à celle de l'anisol (*fig.* 2, courbe 4) (le phénol a la même absorption que l'anisol).

Le même phénomène est observé pour le picéoside, le salicoside, l'hélicoside, l'arbutoside, le méthylarbutoside. La figure 1 contient les courbes de l'hélicoside (courbe 5) et de l'aldéhyde salicylique (courbe 6). La figure 2 contient les courbes de l'arbutoside (courbe 5) et de l'hydroquinone (courbe 6); du picéoside (courbe 7) et de la *p*-méthoxyacétophénone (courbe 8). Enfin nous avons mesuré l'absorption des deux glucosides isomères dérivés du saligénol et nous avons constaté, en accord avec ce qui précède, que le salicylglucoside a pratiquement la même absorption que le saligénol (*fig.* 1, courbe 4), alors que le salicoside (*fig.* 1, courbe 3) est plus transparent (diminution de l'intensité d'absorption, recul des bandes vers l'ultraviolet).

Cette diminution d'absorption dans le cas où les fonctions phénols sont combinées à des molécules de sucre explique la constatation faite depuis longtemps : que les matières colorantes qui sont constituées par des estérosides ont leurs bandes d'absorption plus proches de l'ultraviolet que les groupements prosthétiques correspondants.

En résumé, les premières recherches en vue d'établir la structure des estérosides d'après leur spectre d'absorption ont déjà permis de montrer que non seulement on peut déterminer dans beaucoup de cas la structure du groupement prosthétique, mais encore discerner si, dans un estéroside, la molécule de sucre est fixée sur une chaîne ou sur un noyau aromatique. Dans le premier cas, les positions des bandes d'absorption les plus proches du visible sont les mêmes pour le groupement prosthétique et l'estéroside; dans le second cas, l'estéroside est plus transparent que le groupement prosthétique (déplacement des bandes vers l'ultraviolet, diminution de l'intensité d'absorption).

PHYSICOCHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la photolyse de l'essence de cracking.* Note de MM. **E. Vellinger** et **G. Radulesco**, présentée par M. J. Perrin.

On sait que l'essence destinée à l'alimentation des moteurs à explosion est obtenue par distillation du pétrole brut ou par décomposition des hydrocarbures lourds à des températures élevées. La quantité d'essence fabriquée par ce dernier procédé, dit de cracking, est très importante.

L'essence de cracking présente de grands avantages, mais aussi de graves inconvénients. Elle possède une très haute valeur antidétonante, ce qui permet de réaliser de fortes compressions dans les moteurs ([1]). Malheureusement ces avantages sont compensés, en partie, par des défauts auxquels on peut remédier cependant dans une certaine mesure. Parmi ces défauts il faut noter en premier lieu la tendance au gommage. Il apparaît dans l'essence durant sa conservation un produit non volatil, d'une nature poisseuse et que les auteurs anglo-saxons ont appelé la gomme. Ce produit résulte de l'oxydation et de la polymérisation des constituants altérables de l'essence parmi lesquels il semble y avoir surtout des hydrocarbures non saturés à une ou plusieurs doubles liaisons.

L'altération de l'essence de cracking est un phénomène lent au début, mais qui s'accélère considérablement après des temps variables selon le traitement qu'a subi cette essence. Il y a un très grand intérêt pratique de pouvoir déterminer sur le produit neuf la tendance au gommage. Pour cela on a préconisé un vieillissement artificiel en soumettant l'essence à une température élevée par exemple.

Nous avons tenté d'étudier l'altération de l'essence de cracking en suivant l'absorption d'oxygène durant la photolyse. Les échantillons d'essence sont soumis dans des vases en verre pyrex au rayonnement de mercure. On mesure la quantité d'oxygène absorbé en fonction du temps d'irradiation, soit avec un dispositif à pression constante, soit avec un dispositif à volume constant analogue à celui utilisé par Moureu et Dufraisse dans leurs études de l'autooxydation (voir S. Dufraisse et R. Chaux, *C. R. Premier Congrès de la sécurité aérienne*, 1930).

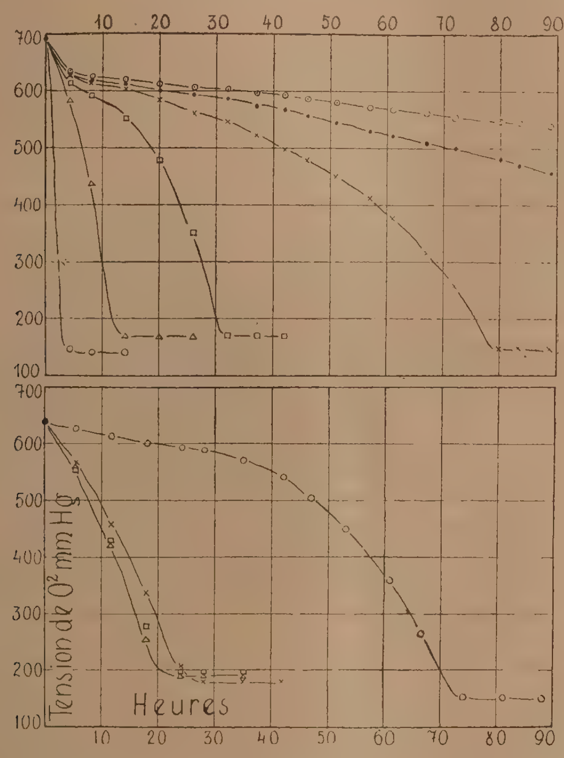
Dans cette dernière méthode suit la diminution de la tension de l'oxygène en fonction du temps d'irridiation. On obtient ainsi des courbes présentant de grandes variétés d'allure et traduisant l'oxydabilité des échantillons d'essence sous l'action du rayonnement. Il existe un parallélisme entre la vitesse d'absorption d'oxygène et la quantité de gomme formée. On trouve la plus forte quantité de gomme pour les échantillons présentant une courbe à chute rapide et les plus faibles pour les échantillons présentant une période d'induction.

Cette méthode nous a permis l'étude d'un certain nombre de photosensibilisateurs et de photoinhibiteurs dont l'action se traduit par une augmentation ou par une diminution de la vitesse d'oxydation photochimique.

([1]) Voir P. Dumanois, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 827; **187**, 1928, p. 892.

Certains photoinhibiteurs fonctionnent comme antioxygènes à l'obscurité et jouent un rôle considérable dans la conservation de l'essence.

La quantité d'oxygène absorbée durant la photolyse par certains échantillons d'essence de cracking peut être extrêmement considérable et



En haut : Courbes d'absorption d'oxygène en fonction du temps d'irridiation pour différents échantillons. — *En bas :* Action d'un photosensibilisateur (□△) et d'un photoinhibiteur (○) sur un échantillon d'essence de cracking × (Témoin).

dépasser 30 volumes. Au début de l'oxydation la quantité de gomme formée est, à peu de chose près, proportionnelle à la quantité d'oxygène absorbée et proportionnelle au temps d'irridiation. Petit à petit l'absorption de l'oxygène diminue et semble tendre vers une limite qui dépend du traitement qu'a subi l'essence. La quantité de gomme formée est alors considérable. Une partie se sépare de l'essence par décantation en formant au fond du vase une couche d'un liquide résineux fortement coloré.

Il résulte de ce qui précède que la photolyse peut servir de criterium

pour caractériser l'altérabilité de l'essence, c'est-à-dire sa tendance au gommage. Elle permet une vérification rapide de l'efficacité du raffinage et de la qualité des inhibiteurs destinés à la protection de l'essence.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Les premières soudières françaises.* Note de M. **Paul Baud**, présentée par M. Camille Matignon.

Dans une précédente Communication ([1]), nous avons reconstitué la « Manufacture de soude », qui s'élevait à Maison de Seine, nous réservant de chercher si quelque antériorité, pour des essais industriels de la même importance que ceux de Nicolas Leblanc, pouvait s'admettre en faveur de certains chimistes, notamment Carny, Alban et Chaptal, dont les noms figurent dans le Rapport établi par Darcet, Lelièvre et Pelletier, à la demande du Comité de Salut public.

Sur ce point de notre Histoire industrielle quelques dates sont à rappeler ([2]) :

1779. Expériences d'Athénas au « port de Croisic » ([3]), le 16 août, en présence de Grignon, après vérification, au cours de 1778 et de 1779, des essais du Père Malherbe, par Macquer et Montigny;

1781. Achat, par Chaptal, des terrains de La Plane, près Montpellier;

1782. Mémoire adressé, par Guyton de Morveau, le 16 février, au Contrôleur général des Finances ([4]);

Privilège de 15 ans accordé, le 16 avril, à Athénas et à ses associés, Jourdan et La Bernardière, qui veulent établir une « Manufacture de soude artificielle » dans les environs de Nantes « en Bretagne » ([5]);

1783. Fondation, par Louis XVI, du « prix de l'alcali » à proclamer à la Saint-Martin de la même année ([6]);

([1]) Paul Baud, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 701.

([2]) Pour les essais de Hagen, Liephard, Kirwan, Bergmann, Cohausen, Macquer, Duhamel, ..., voir C(harles) C(oquebert), *Journal des Mines*, frimaire an III, pp. 29 et suiv.

([3]) On s'étonne de lire : « Croissic en Picardie » dans Lunge (*Traité de la fabrication de la soude*, 2e édition, trad. Naville, 2, p. 301), et dans E. Sorel (*Encyc. Frémy*, 5, p. 542).

([4]) Arch. Nat., F[12] 997. Cf. *Observations et Mémoires sur la Physique*, 34, p. 44.

([5]) Arch. Nat., F[12]30.

([6]) Cf. *Mémoires secrets pour servir à l'histoire de la République des Lettres depuis 1792*, 23, p. 256.

Privilège de 15 ans accordé, le 23 septembre, à Hollenweger [1], à condition d'installer son usine à 15 lieues de Nantes;

1784. Premiers essais de Nicolas Leblanc;

1788. Arrêt du 23 août révoquant les privilèges accordés antérieurement « au Sr Athénas, au Sr de Morveau et au Sr. Hollenweger, *faute d'avoir formé leurs établissements dans un temps utile* », mais accordant un nouveau privilège à Guyton de Morveau et au marquis de Bullion d'établir des soudières artificielles dans la Bretagne, le Poitou, l'Aunis, la Saintonge, la Flandre maritime, ... [2] »;

1789. Publication du *Discours préliminaire*, de La Métherie, et dépôt, le 4 mars, par Carny et Géraud de Fontmartin, d'un Mémoire, déjà soumis à Berthollet et comprenant la description de 11 procédés de fabrication; puis expériences de Nicolas Leblanc « répétées dans le laboratoire de chimie du Collège de France, sous les ieux de M. Darcet, et dont le secret a été déposé sous le cachet le 26 mars [3] »;

De *fin* **1790** *à février* **1794**. Construction et mise en activité de l'usine de Maison de Seine, arrêtée au lendemain de la mort de Philippe-Égalité et rendue à Nicolas Leblanc le 17 floréal an VIII.

Reprenant le Rapport des Commissaires nommés le 8 pluviôse an II, nous laisserons les expériences de Souton, Duboscq, Huon, Valentino, sans intérêt pratique, pour retenir celles de Carny, Alban et Chaptal, dont les fabriques sont, en 1791, en marche normale.

Expériences de Carny. — Propriétaire d'une manufacture, rue de Harlai au Marais, n° 11, qui fournit annuellement « 60 milliers » d'acide muriatique, Carny dépose, le 30 janvier 1792, un nouveau Mémoire, après avoir réalisé des essais devant De Servières, Parmentier et Berthollet, « dans ses ateliers de la Maison Blanche » [4]. Signé de Tissot, un décret du 6 brumaire an III lui accorde une avance de 60000 livres et la location d'un jardin et d'une maison, entre la rue Saint-Gilles et le boulevard [du Pont aux Choux], pour la construction d'une soudière produisant chaque année « 60 milliers de soude artificielle ».

Ce projet ne sera pas exécuté, Carny s'occupant par la suite de « la fabrication révolutionnaire du salpêtre » et ne montant la manufacture de Dieuze qu'en 1802 (?).

Essais d'Alban. — Le 7 floréal an II, la Commission assiste aux expériences du Directeur de la manufacture de Javel [5] et les juge assez concluants pour que le Comité puisse « mettre promptement en activité l'extraction de la soude ». Or, dans

---

(1) *Loc. cit.*, note (5) de la page 1500.

(2) Arch. Nat., F^{12}31, pp. 67 et 68.

(3) *Loc. cit.*, note (4) de la page 1500.

(4) Ancien rendez-vous de chasse du Prince de Conti, à la hauteur de la rue Payen actuelle (15e arr.). Cf. *Archives de la Seine*, Coll. Lazare, 12, n° 2798.

(5) Située non loin du Moulin de Javel, à la hauteur des Usines Citroën actuelles, Cf. L. Lambeau, *Vaugirard*. Paris, Leroux, 1912, pp. 72 et suiv.

le *Guide des Amateurs et Étrangers voyageurs à Paris* (¹), édité *en* **1787**, on lit que « les Entrepreneurs sont parvenus à force d'essais, à réussir *parfaitement* dans l'alkalisation du sel marin ». Le *Journal de Normandie* confirme le fait. Mais, dans une requête présentée le 15 octobre 1790, Peters et Alban, qui insistent sur le « sel de soude » (lisez : sulfate) et l'alun, ne font aucune allusion à la soude artificielle.

Expériences de Chaptal. — Si, dans la troisième édition seulement des *Élémens de Chymie* (²), Chaptal indique que, dans sa manufacture de Montpellier, on obtient, *depuis longtemps*, de la soude avec la litharge et le « muriate », en notant que les opérations demandent 24 heures, il ne rappelle en rien cette fabrication dans ses Mémoires (³), alors qu'il cite, avec une certaine complaisance : les différents acides, les couperoses, le sel ammoniac, l'alun de Saturne....

Pour l'usine de La-Plane, comme pour celle de Kirwan, la soude n'a été qu'un sous-produit de la réaction de Scheele, tendant à la production du Jaune de Türner.

On doit conclure de ces faits que la manufacture de Nicolas Leblanc fut bien la première « soudière » française, si l'on entend par là la première usine montée pour la fabrication du carbonate au départ du sel marin, en reconnaissant toutefois que les ateliers de Javel durent, dès 1794, réduire l'importation des soudes étrangères, la méthode du Père Malherbe, reprise par Alban, paraissant avoir retenu, jusqu'aux premiers temps de l'Empire, l'attention des fabricants : Pelletaz à Rouen, Pluvinet à Clichy, Gauthier à Saint-Denis, Payen à Grenelle (⁴).

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la structure électronique du carbone éthylénique.* Note de M. **G. Allard**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente (⁵), j'ai montré comment la mécanique ondulatoire conduit à attribuer un moment électrique à chaque liaison entre deux atomes, que cette liaison soit hétéropolaire ou homopolaire au sens de la théorie d'Heitler-London. Il est d'ailleurs évident que si les fonctions d'onde de ces deux atomes sont identiques, le moment électrique sera nul. Comme la liaison entre un atome de carbone forménique C (c'est-à-dire dont les quatre valences sont saturées par quatre radicaux, différents ou non, mais distincts) et un carbone éthylénique C′ (échangeant une double liaison avec un autre atome de carbone) est certainement homopolaire et

(¹) M. Thierry, *Guide des Amateurs et des Étrangers voyageurs à Paris*. Paris, Hardouin et Gattey, 2, p. 642. Cf. *Journal de Normandie*, Arch. Nat. F¹² 652.

(²) *Elémens de chymie* (3ᵉ édition), Paris, Deterville, an V, 1, p. 339.

(³) Chaptal, *Mes souvenirs sur Napoléon*, Paris, Plon, 1893, p. 30.

(⁴) Arch. Nat. F¹² 2456. Olim 95334.

(⁵) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1095.

que l'expérience (¹) indique que cette liaison est le siège d'un moment électrique, on doit en conclure que les fonctions d'onde du carbone forménique et du carbone éthylénique sont différentes. On pourrait peut-être penser que, dans une double liaison, l'un des carbones est un ion C^+ et l'autre un ion C^-, qui ne seraient plus que trivalents du point de vue homopolaire, ce qui suffirait pour modifier la fonction d'onde et la rendre différente de celle d'un carbone neutre ; mais ceci impliquerait que la double liaison $C' = C'$ elle-même soit le siège d'un moment électrique important qui devrait se retrouver dans l'éthylène C^2H^4 : or ce dernier corps accuse un moment électrique nul. Il faut donc que le carbone éthylénique soit lui-même tétravalent, tout comme le carbone forménique.

On peut néanmoins lui attribuer des fonctions d'onde différentes de celle du carbone forménique en s'appuyant sur la théorie des valences dirigées de Pauling (²) dont j'utiliserai les notations pour abréger. Il montre que, pour un élément tétravalent ne mettant en jeu que des électrons s et p, on doit prendre comme fonctions d'onde les combinaisons :

$$\frac{1}{2}(s + p_x + p_y + p_z),$$

$$\frac{1}{2}(s + p_x - p_y - p_z),$$

$$\frac{1}{2}(s - p_x + p_y - p_z),$$

$$\frac{1}{2}(s - p_x - p_y + p_z),$$

qui représentent quatre valences équivalentes dirigées vers les sommets d'un tétraèdre. Mais il y a une autre possibilité qu'il indique lui-même pour le cas où il n'y aurait que trois électrons disponibles, mais qui rend bien compte des propriétés de la double liaison, et qui est la suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{3}}s + \sqrt{\frac{2}{3}}p_x,$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}}s - \frac{1}{\sqrt{6}}p_x + \frac{1}{\sqrt{2}}p_y,$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}}s - \frac{1}{\sqrt{6}}p_x - \frac{1}{\sqrt{2}}p_y,$$

$$p_z.$$

(¹) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1455.

(²) *J. of Am. Chem. Soc.*, **53**, 1931, p. 1367.

Les trois premières fonctions représentent trois valences situées dans un même plan et à 120° l'une de l'autre, la quatrième étant normale au plan des trois autres. On peut admettre que, dans un groupe $C' = C'$, l'une des liaisons est représentée par l'une des trois premières fonctions, l'autre par la quatrième; la première ayant un maximum beaucoup plus accentué que la quatrième, c'est elle qui se trouvera dans la direction des noyaux, l'autre liaison correspondant par suite à une énergie très faible, empêchant seulement la libre rotation des atomes autour de leur ligne des centres.

On aboutit ainsi à un schéma dans lequel une des liaisons est extrêmement faible et sera par suite facilement rompue et dans lequel les autres valences doivent faire entre elles un angle de 120°, s'accordant par suite admirablement avec l'hexagone de Kékulé. On vérifie facilement que les propriétés de symétrie de la fonction d'onde globale, pour les deux atomes de carbone, sont très voisines de celles qu'avait trouvées Hückel (¹). Il faut d'ailleurs noter que cette conception de trois valences à 120° et d'une quatrième normale au plan des trois autres avait déjà été suggérée par Mme Lonsdale (²) à la suite d'une étude aux rayons X de la structure de l'hexaméthylbenzène $C^6(CH^3)^6$.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Perfectionnement à la méthode de Carnot pour le dosage du fluor.* Note de MM. **H. Herlemont** et **J. Delabre**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait que la méthode classique de dosage du fluor indiquée par A. Carnot (³) consiste à attaquer les produits fluorés par l'acide sulfurique en présence de silice; le fluorure de silicium est absorbé par une solution concentrée de fluorure de potassium, et l'on pèse le fluosilicate de potassium ainsi obtenu. Ce procédé de dosage donne toujours des résultats trop faibles; les hypothèses généralement admises pour expliquer cette erreur sont, soit la formation d'un composé oxyfluoré $SiOF^2$ stable dans les conditions de l'expérience, soit le départ d'une petite quantité d'acide fluorhydrique libre (⁴).

(¹) *Zeit. für Physik*, 60, 1930, p. 423.

(²) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, (A), 123, 1929, p. 494; *Trans. Farad. Soc.*, 25, 1929, p. 352.

(³) Carnot, *Traité d'Analyse des substances minérales*, 2, p. 394.

(⁴) Daniel, *Z. anorg. Chem.*, 38, 1904, p. 290.

Nous proposons pour ce dosage l'emploi de ferro-silicium à 75 pour 100 de silicium, qui s'attaque plus facilement que la silice. Nos expériences permettent, en outre, d'expliquer la cause d'erreur de la méthode de Carnot.

Nous avons opéré comme l'indique cet auteur; nous nous sommes appliqués tout particulièrement à éviter l'action de toute trace d'humidité [1]. On introduit tout d'abord dans la fiole d'attaque la prise d'essai de la matière fluorée contenant au maximum $0^g,1$ de fluor et 2^g environ de ferro-silicium en poudre. Après un séchage parfait de l'appareil par un courant d'air sec, on verse au moyen d'une ampoule à robinet l'acide sulfurique concentrée (66° Bé) et l'on chauffe progressivement jusque vers 140°. On termine comme il est indiqué dans le Traité de Carnot.

Dans le tableau suivant nous avons résumé les résultats de quelques analyses en employant successivement la méthode à la silice et la méthode au ferro-silicium :

Produit analysé.	Méthode à la silice.	Méthode au ferro-silicium.	Écart entre les deux méthodes pour 100 de F.
Fluorure de calcium pur	89,2 CaF^2 %	99,9 CaF^2 %	10,7
Apatite naturelle	2,87 F %	3,24 F %	11,4
Cryolithe artificielle	44,7 »	51,3 »	12,8
Phosphate de chaux naturel (Maroc)	4,1 »	4,5 »	8,6
Phosphate d'Égypte	3,5 »	3,9 »	11,7
Phosphate bicalcique industriel	0,54 »	0,58 »	6,9

Il est important de remarquer que l'emploi du ferro-silicium conserve tous ses avantages même en présence d'une grande quantité de silice dans le produit à analyser; le dosage du fluor contenu dans le fluorure de calcium donne les mêmes résultats suivant qu'on le traite pur ou mélangé de silice. Ces expériences infirment donc nettement la formation d'un composé stable du genre $SiOF^2$.

Si l'on fait passer le gaz provenant de l'attaque d'un fluorure, en présence de silice, dans un ballon contenant du ferro-silicium et de l'acide sulfurique, on constate qu'il se forme une nouvelle quantité de fluorure de silicium et l'on arrive ainsi sensiblement au résultat exact. D'autre part, bien que la méthode ne soit pas pratique, on peut effectuer le dosage du fluor en titrant

---

(1) BAYLE et AMY, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 792.

à la soude les gaz dissous dans l'eau du laveur final. On dose ainsi, en même temps, l'acide fluorhydrique libre et celui qui est combiné au silicium. Dans ces conditions, on obtient exactement les mêmes résultats, que l'attaque soit conduite en présence de silice ou en présence de ferro-silicium.

On peut donc conclure que le ferro-silicium à 75 pour 100 de Si est beaucoup plus attaquable que la silice et permet d'éviter un départ prématuré d'acide fluorhydrique. Ce perfectionnement nous a permis de doser le fluor avec exactitude dans un très grand nombre de corps, en particulier dans les phosphates de chaux naturels dont nous étudions actuellement la constitution.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Le cholestérol réactif microchimique des acides de la série acétique.* Note de M. **Georges Denigès**, présentée par M. A. Desgrez.

Le cholestérol se dissout très facilement, à chaud, dans l'acide acétique et reprend la forme solide, par refroidissement, lorsque sa concentration devient suffisante ou, encore, par évaporation complète de cette solution.

Il se présente, alors, en longues aiguilles anhydres qui ne sont pas, comme on l'avait cru d'adord, constituées par du cholestérol anhydre : $C^{27}H^{46}O$, tel que le donnent les solutions chloroformiques ou éthérées de ce corps, quand on les évapore, mais qui résultent, comme on le sait aujourd'hui, d'une combinaison moléculaire de cet alcool complexe avec l'acide acétique, de formule : $C^{27}H^{46}O, C^2H^4O^2$ dans laquelle 1 molécule d'acide acétique remplace 1 molécule d'eau dans le cholestérol hydraté : $C^{27}H^{46}O; H^2O$.

Les homologues supérieurs de l'acide acétique ainsi que ses dérivés halogénés fournissent, comme nous l'avons constaté, des combinaisons analogues, mais d'aspect microscopique différent suivant l'acide mis en œuvre.

Nous avons pensé à utiliser cette propriété pour identifier, par voie microchimique, de faibles quantités de ces acides.

Lorsque le produit à examiner est liquide, ce qui est le cas le plus fréquent, il suffit de déposer, sur une lame porte-objet, quelques parcelles, groupées de cholestérol ordinaire (cholestérol hydraté) d'un poids ne dépassant pas 1^{mm} et on les humecte d'une fine gouttelette de l'acide essayé.

Avec ceux de ces acides dans lesquels le cholestérol est peu soluble à froid, tels que les acides acétique et propionique, la différenciation se fait très vite.

En examinant la préparation à un grossissement de 75 à 130 diamètres, sans la recouvrir d'une lamelle, on constate que le réactif cholestérique qui se présente sous l'aspect de cristaux rhombiques allongés est rapidement attaqué par l'acide et se hérisse de fines aiguilles, à extrémités généralement pointues, avec l'*acide propionique*; d'aiguilles prismatiques, beaucoup plus fortes et trapues, rayonnant et groupées en pinceaux ou rosaces, avec l'*acide acétique*.

Toutefois, ce qui caractérise surtout le premier, c'est la formation à la périphérie de la préparation dès que la solution commence à s'évaporer et surtout quand elle est desséchée, d'un lacis d'aiguilles presque capillaires, très longues et la plupart incurvées, dont l'ensemble représente comme un chevelu d'autant plus fourni que la dessiccation est plus complète. Rien de tel ne s'observe avec l'acide acétique.

Quant à l'acide formique, composé aberrant dans sa série par suite de sa fonction conjuguée d'acide-aldéhyde, il ne donne pas de cristaux spéciaux avec le cholestérol.

Dans les autres acides gras liquides (butyrique, valérianique, etc.) le cholestérol est beaucoup plus soluble que dans les précédents. Il y a alors avantage à laisser évaporer spontanément, soit à la température ordinaire, soit sur plaque métallique légèrement chauffée, la solution du réactif dans la gouttelette d'acide mise à son contact.

Lorsque l'évaporation est totale, on pratique l'examen microscopique comme précédemment et aux mêmes grossissements. Non seulement l'aspect de la préparation varie suivant le degré de condensation de l'acide examiné, mais il permet même de distinguer, par exemple, deux isomères aussi voisins que les acides ortho et isobutyrique, le premier donnant, avec le cholestérol, de longues aiguilles prismatiques, visibles même à la loupe, et le plus souvent divergeant d'un centre d'où elles s'effilent en allant vers la périphérie; le second, au contraire, fournissant des masses réfringentes à contour courbe et bien limité [1] comme une cellule, dans l'intérieur desquelles se trouvent des arborisations cristallines finement déliées.

---

[1] En réalité, le pourtour de ces masses est formé d'un fin liséré cristallin aux angles alternativement entrant et sortant, visible dans ses détails à un fort grossissement.

Pour ceux de ces acides qui sont solides à la température ordinaire, tels que les dérivés mono et trichlorés de l'acide acétique, on opère en évaporant à sec une goutte de leur solution aqueuse ou alcoolique suffisamment concentrée, après sa mise en contact avec le réactif cholestérique. Même en présence de l'eau, l'acide trichloracétique, par exemple, chasse dans ces conditions la molécule d'eau de cristallisation du cholestérol hydraté et s'y substitue en donnant des cristaux caractéristiques.

Cette méthode d'identification des acides de la série acétique se recommande par la petite quantité de substance nécessaire pour la mettre en œuvre; par la rapidité et parfois même par la quasi-instantanéité de sa réalisation; enfin par l'absence de moyens pratiques connus pour différencier, extemporanément, de si faibles masses de ces sortes de produits.

Ajoutons que la possession, d'ailleurs de préparation très aisée, de tests microscopiques préparés à l'avance et qui sont inaltérables, en facilite encore l'application.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition de la diacétine du glycol par l'alcool en milieu faiblement alcalin.* Note de M. **E.-M. Bellet**, présentée par M. A. Béhal.

Nous avons montré [1] que les réactions se produisant entre les éthers-sels et les alcools en milieu faiblement alcalin, réactions signalées dans quelques cas particuliers par Henricques, Kossel et en particulier Kreemann [2], étaient susceptibles de généralisation et nous avons donné de ce phénomène une interprétation paraissant conforme aux différents résultats observés.

Poursuivant cette étude nous avons cherché à l'étendre aux cas des polyalcools et en particulier à la diacétine du glycol ordinaire.

La décomposition de cette diacétine avait déjà été signalée par Kreemann. Mais nous avons voulu l'étudier comparativement avec les réactions déjà examinées par nous et en lui appliquant les observations faites dans nos travaux antérieurs.

Pour cela 1/10e de molécule d'éther diacétique du glycol a été placé dans un petit récipient pyrex à fermeture hermétique avec 10cm³ d'alcool

---

(1) *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 1020; **194**, 1932, p. 1655.

(2) *Monatsh.*, **26**, 1905, p. 783.

absolu et 6^{cm^3} de potasse alcoolique normale soit 3 pour 100 de la quantité d'alcali théoriquement nécessaire à la saponification totale de la diacétine.

Le tout est alors chauffé au bain-marie bouillant pendant 3 heures. A l'ouverture du récipient on constate l'absolue neutralité du mélange en même temps qu'une forte odeur d'acétate d'éthyle.

Le tout est alors distillé et fractionné :

1° En une portion de tête contenant l'excès d'alcool et l'acétate d'éthyle formé;

2° Un résidu formé de glycol et de la portion de diacétine non décomposée.

Les portions de tête ont été saponifiées en présence d'un excès de potasse alcoolique, excès déterminé après saponification par titrage à l'acide sulfurique normal.

Le dosage a indiqué que la saponification de l'acétate d'éthyle formé avait absorbé $3^{cm^3},6$ de potasse, correspondant à une décomposition de la diacétine égale à 32 pour 100 environ.

Mais nous rappelant avoir observé en suivant les variations du pH au cours de la réaction que celle-ci cesse pratiquement au moment où disparaît l'alcalinité du milieu, nous nous sommes alors proposé de rechercher si les rendements de cette réaction ne seraient pas améliorés en en modifiant les conditions expérimentales.

Et pour cela, au lieu d'ajouter d'un seul coup la quantité d'alcali introduite, nous avons répété la même opération, mais en ajoutant peu à peu la même quantité d'alcali.

Un dixième de molécule de diacétine est donc traité dans le même récipient clos par 100^{cm^3} d'alcool absolu et 1^{cm^3} de potasse alcoolique normale. Au bout de 1 heure de chauffage, odeur nette d'acétate d'éthyle tandis que toute alcalinité a disparu.

On ajoute alors à nouveau 1^{cm^3} de potasse normale et l'on réchauffe 1 heure. Mêmes observations que précédemment à l'ouverture du récipient. On répète finalement six fois la même opération, ce qui revient à ajouter la même quantité d'alcali que dans l'expérience précédente.

Le tout est alors traité de la même façon, soit distillation et dosage de l'acétate d'éthyle dans les portions de tête. Ce dosage absorbe $6^{g},1$ de potasse correspondant à une proportion d'acétate d'éthyle égale à 55 pour 100 de la diacétine mise en œuvre.

Ces résultats montrent donc que les réactions de décomposition des éthers-sels par les alcools en milieu faiblement alcalin se font également

dans le cas d'éthers de polyalcools. Mais le rendement, c'est-à-dire la proportion de l'éther-sel décomposé n'est pas uniquement fonction de la quantité d'alcali mis en jeu. Il est, toutes choses égales d'ailleurs, fonction du temps pendant lequel persiste l'alcalinité du milieu. Comme cette dernière disparaît toujours sensiblement au bout de 2 heures de réaction quelle que soit la proportion d'alcali (1, 2, 4, 6 pour 100) ainsi que nous l'avons montré dans un travail antérieur ([1]) il y a donc intérêt à prolonger la durée de l'état alcalin en ajoutant, comme nous l'avons fait ici, l'alcali par petites portions.

Ces observations tendent d'ailleurs à confirmer l'interprétation que nous avons donnée de ces réactions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques aldéhydes à fonction éther-oxyde.* Note de MM. **Léon Palfray**, **Sébastien Sabetay** et **Marcu Rotbart**, présentée par M. Delépine.

Les aldéhydes à fonction éther-oxyde de formule $RO - CH^2 - CHO$ (éthers-oxydes de l'aldéhyde glycolique) se sont révélés il y a quelques années comme une nouvelle classe de corps odorants. Les données qu'on possède sur leur mode de préparation sont assez limitées ([2]).

Nous en avons donc repris l'étude pour l'étendre et pour déterminer les meilleurs conditions de préparation et de purification. Nous décrirons ici les dérivés appartenant à la série cyclanique, réservant les autres familles pour une publication ultérieure.

En faisant réagir le bromacétal $BrCH^2CH\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}$ sur les dérivés sodés des cyclanols, en l'absence de tout solvant, on obtient les oxycétals $R - O - CH^2 - CH\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}$ liquides distillables, sous pression réduite, sans décomposition. Nous avons trouvé qu'on peut doubler, voire même tripler, les rendements en oxyacétal si après avoir chauffé à la pression

([1]) *Thèse de Paris*, 1933.

([2]) S. Sabetay, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 1161; S. Sabetay et D. N. Mira, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 617; Houbigant et Sébastien Sabetay, brevet français n° 37584 et appendice n° 673379.

ordinaire on continue à chauffer à l'autoclave pendant quelques heures vers 180°.

L'hydrolyse des oxyacétals $R-O-CH^2-CH(OC^2H^5)^2$ est une opération des plus délicates. Les acétals avec un oxygène en β sont bien plus difficilement saponifiables que les acétals ordinaires $RCH\begin{smallmatrix}/OC^2H^5\\ \backslash OC^2H^5\end{smallmatrix}$.

Pour leur saponification, nous avons employé l'acide sulfurique en milieu hydroacétique. Il existe pour chaque acétal une concentration optima en SO^4H^2. Si, par exemple, un acide à 10 pour 100 résinifie complètement les oxyacétals cyclaniques, il est à peine assez concentré pour hydrolyser les oxyacétals dans lesquels R représente un alcoyle en C^{10}.

Trois conditions sont à observer lors de la saponification des oxyacétals : *a*, l'agent hydrolysant doit être suffisamment fort pour hydrolyser le groupement acétalique; *b*, il ne doit pas résinifier ou polymériser l'aldéhyde formé; *c*, il ne doit pas s'attaquer au groupement éther-oxyde ordinaire, facilement saponifiable dans certains cas. En règle générale, dans les acétales de formules $RO-CH^2-CH\begin{smallmatrix}/OC^2H^5\\ \backslash OC^2H^5\end{smallmatrix}$ la nature du radical R exerce une influence marquée sur la résistance à la saponification en milieu acide et sur la facilité de polymérisation ou de résinification des oxyaldéhydes formés.

L'oxyaldéhyde peut être purifié par l'entremise d'un dérivé cristallisé (semicarbazone), qu'on hydrolyse ultérieurement au moyen d'acide sulfurique étendu (1 à 2 pour 100) dans un courant de vapeur d'eau. Les oxyaldéhydes préparés, dérivant du cyclohexanol et des trois méthylcyclohexanols, sont des liquides mobiles, rougissant instantanément le réactif de Schiff et possèdent une odeur forte évoquant celle du melon.

Pour ce qui est de l'isomérie *cis-trans*, on doit s'attendre, dans le cas des oxyaldéhydes dérivant des méthylcyclohexanols, à un mélange de deux isomères *cis* et *trans*.

Or nos aldéhydes n'ont donné qu'une seule semicarbazone, celle de l'isomère *trans* probablement.

Acétal éthylique de l'aldéhyde cyclohexoxyacétique $C^6H^{11}OCH^2CH\begin{smallmatrix}/OC^2H^5\\ \backslash OC^2H^5\end{smallmatrix}$. — On prépare le dérivé sodé du cyclohexanol (1 mol) avec du Na en poudre en milieu toluénique, chasse le solvant, chauffe vers 140°, ajoute d'abord 1^g de cuivre porphyrisé, ensuite 1 mol de bromacétal, chauffe au bain d'huile jusqu'à ce que la réaction se déclenche et puis finit par chauffage à l'autoclave (4 heures à 180°). On verse dans

l'eau, extrait à l'éther et fractionne. L'acétal possède les constantes suivantes :

$E_{12} = 115°$, $D_4^{20} = 0,9424$, $n_D^{20} = 1,4394$, RM_D tr. 60,33; calc. 60,34.

Dosage de l'éthoxyle (Zeisel) OC^2H^5 pour 100, tr. 41,83; calc. 41,66. Rt : 73 %.

Aldéhyde cyclohexoxyacétique $C^6H^{11}-O-CH^2-CHO$. — On chauffe à reflux 1 heure et demie à 2 heures, en faisant barbotter un courant de CO^2, un mélange de 20g acétal, 25cm³ acide acétique et 100cm³ SO^4H^2 à 1 pour 100. On verse dans l'eau, extrait à l'éther, lave bien au bicarbonate de Na et fractionne. Les portions de tête sont transformées en *semicarbazone*, laquelle, cristallisée dans l'éther acétique + ligroïne, fond à 175° (Maq.). Par chauffage de la semicarbazone avec SO^4H^2 à 2 pour 100 et entraînement à la vapeur, on régénère l'aldéhyde dont les constantes sont :

$E_{14} = 71°$, $D_4^{20} = 1,008$, $n_D^{20} = 1,4712$, RM_D tr. 39,40; calc. 38,60.

Par des procédés identiques, nous avons préparé les oxyacétals et les cyclohexoxyaldéhydes dérivant des trois méthylcyclohexanols, 1.2, 1.3, 1.4. Ces derniers, préparés par hydrogénation des crésols, étaient exempts d'isomères de position, car par oxydation au moyen du mélange de Beckmann, on a obtenu les methylcyclohexanones 1.2, 1.3, 1.4, dont les semicarbazones fondaient d'emblée à 194°, 192° et 197° (Maq.), points de fusion assignés aux semicarbazones des méthylcyclohexanones pures.

Acétal éthylique de l'aldéhyde orthométhylcyclohexoxyacétique : $E_{18} = 124\text{-}126°$; $D_4^{20} = 0,9369$; n_D^{20} 1,4374; RM_D tr. 64,37; calc. 64,96; OC^2H^5 %. tr. 39,23; calc. 39,13.

Aldéhyde orthométhycyclohexoxyacétique : $E_{12} = 85\text{-}88°$; $D_D^{16,5} = 1,030$; $n_D^{16,5}$ 1,4698; R_D tr. 42,24, calc. 43,20. *Semicarbazone* F. 152-152°,5 (Maq.).

Acétal éthylique de l'aldéhyde métaméthylcyclohexoxyacétique : $E_{12} = 120\text{-}121°$; $D_D^{18,5} = 0,9302$; $n_D^{18,5} = 1,4402$; RM_D tr. 65,19; calc. 64,96; — OC^2H^5 %, tr. 39,02; calc. 39,13.

Aldéhyde métaméthylcyclohexoxyacétique : $E_{14} = 84\text{–}86°$; $D_4^{17} = 0,9958$; $n_D^{17} = 1,4643$; RM_D tr. 43,25; calc. 43,20; *Semicarbazone* (éther acétique) F. 175° (Maq.).

Acétal éthylique de l'aldéhyde paraméthylcyclohexoxyoéétique : $E_{12} = 125\text{-}126°$; $D_4^{18} = 0,9325$) $n_D^{18} = 1.4374$; RM_D tr. 64,67; cal. 64,96; — OC^2H^5 % : tr. 39,18; calc. 39,13.

Semicarbazone de l'aldéhyde paraméthylcyclohexoxyacétique : F = 187–188° (Maq.).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'obtention de nouveaux amino-cyclanols actifs.* Note de MM. **Marcel Godchot**, **Max Mousseron** et **Robert Granger**, présentée par M. Delépine.

Nous avons fait connaître (¹) les circonstances qui nous ont permis d'isoler un certain nombre d'amino-alcools cyclaniques actifs sur la lumière polarisée; les observations qui en découlent nous ont engagé à étendre nos connaissances, assez imparfaites encore, sur les variations du pouvoir rotatoire suivant le cycle d'une part, et la nature et la place de radicaux substitués dans le noyau d'autre part.

Dans cette Note, nous nous proposons de décrire les résultats relatifs au dédoublement des trois amino-cyclohexanols suivants :

2-éthylamino-cyclohexanol-1.	2-propylamino-cyclohexanol-1.	4-méthyl-2-méthylamino-cyclohexanol-1.
1 OH, 2 $NH-C^2H^5$	1 OH, 2 $NH-C^3H^7$	1 OH, 2 $NH-CH^3$, 4 CH^3

De ces trois corps, seul le premier, à l'état racémique, avait été isolé par Brunel (²); les deux autres furent préparés par nous par le même procédé : action de la propylamine sur l'époxycyclohexane ou de la méthylamine sur le méthyl-4-époxycyclohexane-1.2, à 120° en milieu alcoolique.

La méthode utilisée pour le dédoublement de ces trois racémiques repose comme précédemment sur la différence de solubilité des tartrates *d* ou *l* des bases énantiomorphes dans certains dissolvants.

A. 2-*éthylamino-cyclohexanol*-1. — Cet amino-alcool ($Éb_{16} = 107$-$108°$, $F. = 35°$; chlorhydrate, $F = 155°$) donne avec l'acide tartrique droit un tartrate *d* acide en milieu alcool absolu-acétone ($F. = 123$-$124°$; $[\alpha]_D = +13°,90$) qui, mis en dissolution dans un mélange d'alcool à 93° additionné de 20 pour 100 d'acétone, se scinde par cristallisations fractionnées et répétées en tartrate acide *d* de l'amino-alcool gauche peu soluble (gros prismes; $F. = 156$-$157°$; $[\alpha]_D = -21°,34$) et en tartrate acide *d* de l'amino-alcool droit très soluble (poudre microcristalline; $F. = 148$-$149°$; $[\alpha]_D = +52°,20$). Si, initia-

---

(¹) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 981 et 2061; **196**, 1933, p. 621.
(²) *Thèse Faculté Sciences*, Paris, 1905.

lement, on met en œuvre l'acide tartrique *l*, le tartrate acide *l* de la même base racémique (F = 123-124°; $[\alpha]_D$ = — 13°,70) se sépare également dans le même solvant en tartrate *l* de la base droite (F = 156-157°; $[\alpha]_D$ = + 21°,20) et tartrate *l* de la base gauche (F. = 148-149°; $[\alpha]_D$ = — 51°,70).

Les bases actives *d* et *l* obtenues par action de la potasse sur les tartrates isolés plus haut et extraction à l'éther, sont cristallisées ($Éb_{16}$ = 99-100°; F. = 38°; $[\alpha]_D$ = ± 89°,20); les chlorhydrates correspondants sont fusibles à 150-151°; $[\alpha]_D$ = ± 69°,70).

B. *2-propylamino-cyclohexanol-1.* — Cette base (Eb_{16} = 117°-118°, F = 39°, chlorhydrate, F = 181-182°) fournit un tartrate acide *d* dans un mélange d'alcool absolu et d'acétate d'éthyle. Ce tartrate est difficilement dédoublable par cristallisations fractionnées dans l'alcool absolu additionné de 80 pour 100 d'acétate d'éthyle en tartrate *d* de la base gauche peu soluble (F = 160°-161°. $[\alpha]_D$ = — 22°,20), et en tartrate *d* de la base droite plus soluble (F = 151°-152°, $[\alpha]_D$ = + 54°,0).

Les bases isolées de ces tartrates sont fusibles à 45° et possèdent un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ = ± 90°,45.

C. *4-méthyl-2-méthylamino-cyclohexanol-1.* — Cette substance est liquide (Eb_{16} = 112°-113°; chlorhydrate, F = 115°-116°); combinée à l'acide tartrique *d* en milieu alcool absolu, elle fournit le tartrate *d* de la base céramique (F = 153°-154°, $[\alpha]_D$ = + 13°,04) se scindant, par cristallisations répétées dans l'alcool à 95° additionné de 20 pour 100 d'acétone, en tartrate *d* de la base droite peu soluble (aiguilles, F = 164°-165°; $[\alpha]_D$ = + 39°,82), et en tartrate *d* de la base gauche plus soluble (prismes, F = 159°-160°; $[\alpha]_D$ = — 15°,75). Les bases actives *d* et *l* prevenant de ces deux tartrates sont huileuses (Eb_{16} = 110°-111°, $[\alpha]_D$ = ± 52°,50).

D. Dans le tableau suivant, nous avons réuni les pouvoirs rotatoires des six amino-cyclohexanols actifs *d* et *l* déjà obtenus par nous :

	$[\alpha]_D$.	$[M]_D$.	$\frac{\alpha_{436}}{\alpha_{546}}$.
2-amino-cyclohexanol-1	40°,10	46°,10	1,648
2-méthylamino-cyclohexanol-1	82,80	106,80	1,651
2-éthylamino-cyclohexanol-1	89,20	127,50	1,653
2-propylamino-cyclohexanol-1	90,45	142,0	1,654
4-méthyl-2-amino-cyclohexanol-1	16,60	21,40	1,627
4-méthyl-2-méthylamino-cyclohexanol-1	52,50	75,10	1,629

On peut donc remarquer qu'une substitution à l'azote augmente le pouvoir rotatoire moléculaire et que l'exaltation croît avec la condensation en carbone; signalons que des travaux en cours montrent que cette règle se confirme également dans le cas du 2-butylamino-cyclohexanol-1; notons en outre que le rapport de dispersion rotatoire reste sensiblement constant dans les cas de substitution à l'azote.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acétylsulfate et sulfate acide de camphre.* Note de M. **Frèrejacque**, présentée par M. R. Fosse.

En 1898, Reychler [1] a indiqué une élégante méthode de sulfonation du camphre : une solution de camphre dans un mélange d'anhydride acétique et d'acide sulfurique, abandonnée à la température ordinaire, laisse déposer un acide camphre-sulfonique cristallisé. Selon Reychler, lorsque après avoir séparé cet acide cristallisé on traite sa liqueur mère par l'eau, il se dépose du camphre et l'on obtient une solution aqueuse d'un nouvel acide sulfonique. Cet acide est amorphe, ainsi que ses sels de baryum et d'ammonium. Reychler, après une courte étude, conclut que l'acide amorphe ne paraît plus contenir de groupe cétonique. Il ne semble pas que, depuis 1898, on ait étudié de façon plus précise l'acide amorphe de Reychler [2].

Une observation que nous avons faite en répétant la préparation de Reychler nous a engagé à reprendre la question. Contrairement aux indications de cet auteur, le produit qui se dépose lorsqu'on traite par l'eau la liqueur mère de l'acide cristallisé n'est pas du camphre pur. Il contient une portion très peu soluble dans l'essence de pétrole et qu'on peut ainsi aisément séparer du camphre. Par cristallisations fractionnées dans l'alcool cette portion se laisse scinder en deux parties ayant à peu près la même importance et qui constituent deux corps isomères distincts bien cristallisés. Le premier, plus soluble, est actif sur la lumière polarisée :

$$[\alpha]_{546}^{20} = -32°,5, \qquad [\alpha]_{436}^{20} = -53°,2 \qquad \text{(chloroforme)};$$
$$[\alpha]_{546}^{20} = -29°,1, \qquad [\alpha]_{436}^{20} = -48°,5 \qquad \text{(alcool)}.$$

Le second est inactif sur la lumière polarisée.

L'isomère actif se présente soit en gros cristaux prismatiques, soit en longues aiguilles ayant l'aspect de l'ouate. Chauffé rapidement, il fond vers 150° en donnant une phase liquide qui noircit peu à peu et se décompose vers 160°. L'isomère inactif cristallise en feuillets nacrés qui fondent en noircissant et en se décomposant vers 167°.

L'analyse et la cryoscopie acétique de l'isomère actif ($C = 52,6$; $H = 6,7$; $S = 11,7$; $M = 268$) et de l'isomère inactif ($C = 52,6$; $H = 6,7$; $S = 11,9$; $M = 277$) montrent que ces deux corps répondent à la formule

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, **19**, 1898, p. 120.

(2) Voir cependant Graham, *J. Chem. Soc., London*, **101**, 1912, p. 746.

$C^{12}H^{18}O^{15}S$. Il paraissait vraisemblable que l'isomère inactif était le racémique correspondant à l'isomère actif; c'est ce que nous avons vérifié en sulfonant le camphre racémique par la méthode de Reychler : l'addition d'eau à la liqueur mère de l'acide sulfonique racémique cristallisé ne précipite, en dehors du camphre, qu'un seul corps d'ailleurs identique à celui obtenu lors de la sulfonation du camphre droit.

Les deux corps de formule $C^{12}H^{18}O^{15}S$ sont neutres; ils sont facilement hydrolysés par l'eau à 100° avec mise en liberté d'acide acétique, mais sans qu'il apparaisse ni camphre, ni acide sulfurique. Le dosage alcalimétrique de la solution résultant de l'hydrolyse montre qu'il faut deux molécules d'alcali pour neutraliser l'acidité provoquée par l'hydrolyse d'une molécule des corps étudiés.

Chauffée à 140°, cette solution libère un peu de camphre, en même temps qu'il apparaît de l'acide sulfurique. Ces propriétés nous conduisent à penser que les corps étudiés sont l'acétylsulfate de *d*-camphre et l'acétylsulfate de *dl*-camphre, répondant tous deux à la formule I.

```
CH²———C———CH                              CH²———C———CH
|      |    ||                            |      |    ||
|  CH³—C—CH³||                            |  CH³—C—CH³||
|      |    ||                            |      |    ||
CH²———C———C—O—SO²—OCOCH³                  CH²———C———C—O—SO³H
       |                                         |
      CH³                                       CH³
       I.                                        II.
```

Cette formule rend compte de ce que les corps auxquels nous l'attribuons ne s'oximent pas et sont insolubles dans les alcalis. La quantité d'acétylsulfates obtenus correspond à environ 6 à 7 pour 100 du camphre traité.

L'hydrolyse de l'acétylsulfate de *d*-camphre par l'eau à 100° permet d'obtenir le sulfate acide de camphre II. Il est remarquable que ce sulfate est beaucoup plus stable vis-à-vis de l'eau que les acides phénylsulfuriques (1). Ce sulfate est amorphe ainsi que ses sels de baryum, d'ammonium et d'aniline; ses solutions aqueuses sont lévogyres : $[\alpha]^{20}_{546} = -40°$, $[\alpha]^{20}_{436} = -78°$. Traité par l'anhydride acétique, il régénère l'acétylsulfate.

On voit que ce sulfate a toutes les propriétés de l'acide amorphe de Reychler qu'on doit, selon nous, considérer comme un mélange de sulfate acide de *d*-camphre et de sulfate acide de *dl*-camphre car, traité par l'an-

---

(1) Baumann, *Ber. d. chem. Ges.*, **11**, 1878, p. 1907; Burkhardt et Lapworth, *J. Chem. Soc. London*, **1926**, p. 687.

hydride acétique, il donne un mélange des acétylsulfates étudiés ci-dessus.

Les solutions aqueuses de sulfate acide de *d*-camphre, lévogyres, chauffées longuement à 100° ou pendant quelques heures à 125° voient leur pouvoir rotatoire diminuer lentement et devenir finalement droit, sans qu'il y ait mise en liberté d'acide sulfurique : il y a vraisemblablement isomérisation en un acide sulfonique, ce qui explique que les solutions aqueuses de sulfate chauffées à 140° ne sont que partiellement hydrolysées.

Une isomérisation analogue se produit lorsqu'on saponifie l'acétylsulfate de *d*-camphre à froid par la potasse alcoolique ou à 100° par les alcalis aqueux dilués; il y a scission de la molécule en acide acétique et en un acide sulfonique dextrogyre, $[\alpha]^{20}_{546}$(eau) = + 57°,5 (calculé). Les solutions aqueuses de cet acide ne sont pas hydrolysées à 150°.

Il est possible que les deux acides sulfoniques résultant de l'isomérisation du sulfate acide de camphre soient identiques; mais de toute façon ils ne sont pas identiques à l'acide cristallisé de Reychler dont la dispersion rotatoire est très caractéristique. Aussi paraît-il peu logique de considérer, comme on l'a fait, que dans la sulfonation selon Reychler, l'acide cristallisé provient d'une isomérisation du sulfate acide de camphre.

LITHOLOGIE. — *Sur la composition du massif éruptif de Cavallo (province de Constantine)*. Note [1] de M. **L. Glangeaud**.

Le massif éruptif tertiaire de Cavallo situé à 15^{km} à l'ouest de Djidjelli (feuilles au 1/50000e de Djidjelli et de Taza) offre une superficie d'environ 25^{km^2}. Le seul document pétrographique qui ait été publié est une analyse de microgranodiorite (II).4.3.(3)4 que M. A. Lacroix m'a autorisé à reproduire [2]. J'ai observé, non seulement des roches microgrenues (microgranodiorite et microdiorite quartzifère) mais des types vitreux et microlitiques (dacite et dacitoïde à hornblende et augite) ainsi que des brèches. Les roches éruptives appartiennent à la série calco-alcaline, à excès de silice, caractéristique de la province pétrographique kabylienne telle qu'elle a été définie par les études chimico-minéralogiques de M. A. Lacroix [3].

---

(1) Séance du 8 mai 1933.

(2) L. Glangeaud, *Thèse Faculté Sciences*. Paris, 1932, p. 342.

(3) A. Lacroix, *C. R. somm. Soc. Géol. France*, 1924, p. 219; *Bull. volcanologique*, nos 13-14, 1927, *et Comptes rendus*, 185, 1927, p. 573-576.

1° Roches microgrenues. — Les phénocristaux de plagioclases, remarquablement zonés, ont une teneur en anorthite oscillant entre 30 et 54 pour 100. Dans les microgranodiorites, l'orthose apparaît soit en cristaux distincts, soit sous forme de bordure autour des plagioclases. La teneur en quartz oscille entre 5 et 23 pour 100. Une hornblende verte fortement polychroïque existe en quantité plus ou moins importante dans toutes les roches du massif; la biotite est rare.

Les roches microgrenues, qui constituent une partie de la bordure du massif éruptif, ont fait intrusion au Nord-Est, à travers les marnes à Globigérines d'âge indéterminé, à l'Est et au Sud à travers les grès à petites Nummulites de l'Éocène supérieur. Elles se présentent dans l'ensemble sous forme d'un batholite d'où partent des apophyses. Sur le bord du massif éruptif, des pointements isolés ont l'aspect d'un *bulbe d'oignon* ou d'un *pain de sucre* (points 213-241-489, Djebel ben Amour, Dj. Daratia, Djama, point 184). Plus rarement, les intrusions partant de la masse éruptive principale sont obliques et peuvent devenir sensiblement parallèles aux strates sédimentaires (sills) (cap Cavallo et ses environs).

Au contact, les modifications exomorphes des sédiments s'étendent sur quelques centimètres. Mais au cap Cavallo, à Djama, au Dj. er Rihana, sur plusieurs mètres, le métamorphisme a produit des *cornéennes*, des *schistes à séricite*, des *schistes à chlorite* et des *schistes tachetés*.

2° Formation de Port-Maria (dacite, dacitoïde, brèche polygène). — Je nomme formation de Port Maria un complexe contenant des roches vitreuses et microlitiques associées à des brèches polygènes. Ce complexe s'étend sur la partie centrale du massif ainsi qu'en bordure de la côte, dans la région de Port Maria et sur la feuille de Taza.

Les *roches vitreuses* offrent la même amphibole que les roches microgrenues. On y observe de l'augite peu colorée, soit seule, soit associée à l'amphibole. Le quartz des dacites se trouve à l'état de phénocristaux, ou de petits cristaux, ou de quartz pœcilitique. Si certaines parties paraissent dépourvues de quartz, des échantillons voisins appartenant à la même masse éruptive montrent du quartz pœcilitique ou des cristaux de quartz; on peut donc, nommer dacitoïdes ces roches sans quartz exprimé. La pâte est vitreuse pour les roches affleurant le long de la côte, ainsi que dans la région du Djebel ben Bouaa et du Djebel Harouda. Les microlites y sont plus ou moins abondants et la texture peut être fluidale. Dans une partie de ces roches, le verre a été envahi secondairement par des produits de décomposition et du quartz pœcilitique qui peut prendre une apparence microgrenue.

Les lithophyses sont souvent remplies de produits isotropes. Les enclaves homœogènes plésiomorphes et allomorphes sont assez fréquentes et soulignent les relations existant entre les roches vitreuses et microgrenues. *Des brèches et microbrèches polygènes* remanient les roches éruptives microgrenues et vitreuses et les roches métamorphiques (cornéennes, schistes à séricite). On y observe des fragments de quartzite et de roches inconnues dans le massif de Cavallo (microgranites et dolérites albitisés). J'ai signalé ([1]) ces derniers types pétrographiques dans le massif voisin d'âge tertiaire de l'Oued Amizour. Les éléments des brèches sont cimentés par de la calcite et des produits phylliteux. Les roches vitreuses forment dans les brèches polygènes des intrusions ou des coulées interstratifiées. Il existe aussi des *brèches monogènes* au contact des roches microgrenues et vitreuses (région des Aftis, d'Hadjeret el Fech, de Cavallo); ce sont des brèches de friction ou d'écroulement formées par les débris de la roche éruptive du contact. Les brèches ou conglomérats polygènes présentent une grande variété d'éléments et ont une origine au moins en partie aqueuse.

3° Phénomènes pneumatolytiques et hydrothermaux. — Les roches éruptives et notamment les microgranodiorites sont traversées par de nombreux filons de minerais de cuivre, de plomb, de zinc, de fer, argentifères et aurifères. Les zones minéralisées et les filons ont presque tous provoqué une transformation accentuée des roches éruptives du contact (damouritisation, kaolinisation, propylitisation). Les bandes de roches kaolinisées s'étendent parfois jusqu'à plusieurs centaines de mètres au delà de la zone minéralisée. Ce sont, tantôt les amphiboles, tantôt les feldspaths qui sont transformés soit simultanément, soit séparément. Les chlorites abondent (chlorites blanches parfois sphérolitiques). Ces transformations ont donné un aspect ancien à beaucoup de ces roches éruptives. Les fumerolliens et hydrothermaux sont postérieurs à leur mise en place.

LITHOLOGIE. — *Sur une granulite à riebeckite et une roche détritique calcaire du bassin du Niari (Congo français).* Note de M. **R. C. Sabot**, présentée par M. L. Cayeux.

La présente Note concerne l'étude préliminaire, au point de vue pétrographique, de deux roches particulièrement intéressantes, tant pétrographi-

---

([1]) *A. F. A. S.*, 1925 (Grenoble), p. 318.

quement que géologiquement, qui nous ont été remises par M. C. Couchet. Il s'agit de deux roches en contact immédiat, affleurant en dalles dans le cours de la rivière Bamaga, près du village de Bendé, à proximité du Niari, non loin de son confluent avec la rivière Limango. La roche inférieure est un conglomérat très fréquent dans la région, de teinte grisâtre avec de petits galets blancs ponctuant la masse; ces galets sont généralement de petites dimensions, mais certains mesurent cependant plusieurs millimètres. D'après les renseignements qui nous ont été communiqués, cette formation serait essentiellement détritique, à faciès tantôt gréseux, tantôt plus franchement calcaire; elle pourrait avoir une origine fluvio-glaciaire. Sur cette roche détritique reposent directement de grandes dalles d'une roche granitoïde leucocrate, très riche en quartz à première vue; c'est cette roche que nous avons plus particulièrement étudiée au point de vue pétrographique. A titre indicatif, nous mentionnerons la présence dans la région, outre le conglomérat ci-dessus, de calcaires francs, de grès largement développés et, à une certaine distance, d'un massif granitique. Diverses études sont en cours pour préciser les relations géologiques de ces diverses roches et l'importance relative des diverses formations. Nous donnerons ci-après les résultats de l'examen microscopique, nous réservant de tirer par la suite les conclusions géologiques.

Roche détritique. — La masse constituant le fond de la roche est formée en majeure partie de *calcite* finement grenue, avec de faibles quantités de *feldspath* et de *quartz;* on remarque aussi quelques lamelles et amas *kaoliniques* et lamelles de *séricite*. Les galets, abondants, généralement de petites dimensions, sont formés par les éléments suivant : *Quartz*, largement prédominant et souvent de plus grande taille; chaque galet est généralement formé par un seul individu. *Orthose*, en grains arrondis, mais souvent aussi en individus idiomorphes avec contours légèrement arrondis; une section $g^1 = (010)$ montre l'extinction de $+5°$ dans l'angle ph^1 de 116°; après le quartz, l'orthose est le constituant le plus important. *Plagioclase*, peu abondant, avec macles selon la loi de l'albite et plus rarement de Carlsbad et de la péricline; $Sn_g = +10°$, 15 pour 100 An; $Sn_g = +7°$, 19 pour 100 An; $Sn_p = -12°$, 5 pour 100 An. *Microcline*, plutôt rare, avec ses macles caractéristiques.

Anorthose, rare. *Calcaire* à grain fin, parfois associé à un peu d'albite ($Sn_p = -13°$, 5 pour 100 An) ou de microcline; les galets calcaires viennent comme importance sitôt après le quartz et l'orthose.

En définitive, il paraît bien que l'on a affaire à une roche détritique, quoique la tendance idiomorphe de certains galets et la présence dans la masse (dans la pâte en quelque sorte) de feldspath d'albitisation, de kaolin, de séricite et de calcite éventuellement secondaire pourrait faire conclure à

la formation de cette roche par métamorphisme et décomposition d'une roche à deux temps. Seule, l'étude poussée plus loin, sur un assez grand nombre d'échantillons, permettra de trancher la question.

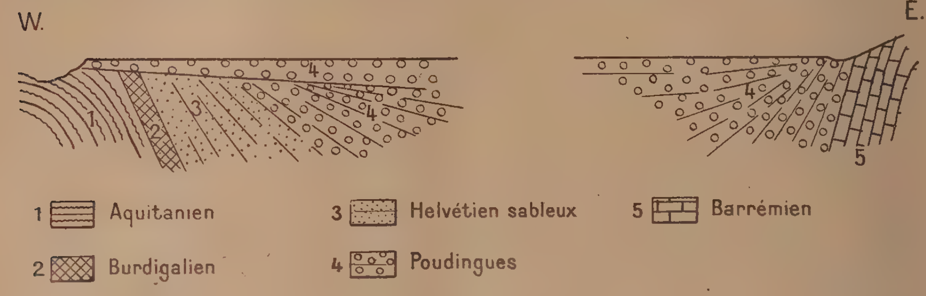
Roche granitoïde. — Cette roche est essentiellement constituée par une association d'orthose idiomorphe et de quartz le plus souvent allotriomorphe, avec très peu d'éléments noirs. L'*orthose* est en général non maclée, la face $g^1 = (010)$ présente l'extinction caractéristique de $+5°$. L'*albite* est peu fréquente, montrant la macle répétée suivant la loi de l'albite; $Sn_p = -10°$, 8 pour 100 An. Le *microcline* se rencontre exceptionnellement. Le *quartz*, abondant, montre des extinctions plus ou moins onduleuses, témoignant de l'existence d'actions mécaniques; il moule les autres éléments. La *muscovite* est rare, on n'en trouve que quelques petites lamelles; $n_g - n_p = 0,037$. La *biotite* est plus fréquente que la muscovite, mais cependant très peu abondante; $n_g - n_p = 0,040$; $n_g =$ brun vert assez foncé, $n_p =$ jaune brun clair; la biotite est en grande partie chloritisée (pennine vert pâle, $n_g - n_p = 0,002$).

L'élément noir, très peu développé comme nous l'avons indiqué, est principalement constitué par de la *riebeckite*, identifiée par son polychroïsme et sa dispersion, parfois associée à de la biotite accessoire; elle est en plus grande partie transformée en antigorite. L'*antigorite*, plus ou moins ferrifère, présente la structure fibreuse enchevêtrée, parfois fenêtrée; suivant la teneur en fer, $n_g - n_p$ varie de 0,005 à 0,009; le polychroïsme est le suivant : $n_g =$ vert clair, plus ou moins jaunâtre, n_m et $n_p =$ vert brunâtre à jaune brunâtre. Comme éléments accessoires, on trouve un peu de *magnétite* et quelques lamelles d'*oligiste*. Les éléments blancs sont très frais, on ne trouve que très accessoirement un peu de *calcite* en grains et amas, ainsi qu'un peu de *zoïsite*, dans le plagioclase; dans l'orthose on remarque quelques traînées et amas de *séricite* et peu de produits *kaoliniques*.

Cette roche, fortement leucocrate et très fraîche si l'on fait abstraction des éléments noirs très accessoires et en majeure partie décomposés, se rattacherait d'après cette étude préliminaire à certaines granulites à riebeckite; elle pourrait constituer une formation filonienne acide et très alcaline en liaison avec le massif granitique voisin. La suite de notre étude, sur un certain nombre d'échantillons, nous permettra de préciser les relations de cette roche avec le massif granitique, d'une part, et avec la roche apparemment détritique avec laquelle elle est en contact, d'autre part.

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle tectonique des poudingues de Valensole (Basses-Alpes).* Note de M. **Jean Goguel**, présentée par M. de Launay.

Au sud de Digne s'étendent sur une surface de 1000$^{km^2}$ des sédiments détritiques très épais, sableux ou limoneux par place, mais en général formés de conglomérats à galets impressionnés. La surface terminale, conservée principalement dans la moitié Sud et qui constitue le plateau de Valensole, montre par sa parfaite régularité que les bancs les plus élevés sont postérieurs aux derniers monvements tectoniques. Les petits plisse-



Coupe de la lisière Ouest des conglomérats de Valensole près de Beaumont (Vaucluse) et de la lisière Est au Sud de Saint-Jurs.

ments signalés par M. Albert de Lapparent [*Sur la bordure orientale du bassin de Digne* (*C. R. somm. S. G. F.*, 62, mars 1933)] dans un tuf déposé à la surface du plateau au nord de Moustier sont la seule manifestation de mouvements posthumes, très limités puisqu'ils n'affectent en rien les épaisses masses de limon sous-jacentes.

Les couches inférieures du conglomérat (Miocène supérieur ou moyen) sont, d'autre part, antérieures aux mouvements alpins qui les ont très nettement affectées. L'observation des lisières du bassin nous a permis de préciser les relations entre ces mouvements et le dépôt des conglomérats.

Ceux-ci dépassent de quelques kilomètres vers l'Ouest la vallée de la Durance, dont les affluents de droite fournissent d'excellentes coupes. On y voit, du côté aval, le plus rapproché du centre du bassin, les bancs de conglomérat succéder très progressivement à l'Helvétien, toutes les couches étant concordantes mais d'autant plus inclinées qu'elles sont plus anciennes (jusqu'à une soixantaine de degrés), cette différence n'est pas due à un plissement car, du côté amont, on observe une discordance très notable des dernières couches de conglomérat qui reviennent en transgression sur la tranche des bancs helvétiens redressés (voir la figure).

Les conditions d'observation à l'Est sont beaucoup moins favorables. Souvent, la base de la formation est masquée par des chevauchements locaux de terrains secondaires et, l'altitude du plateau étant plus élevée, les couches supérieures ont été enlevées par l'érosion sur la plus grande partie de la ligne de contact. Nous avons toutefois pu observer une coupe parfaitement nette au sud de Saint-Jurs, sur la ligne de partage des eaux entre l'Asse et le Verdon. Les bancs inférieurs, déposés en concordance sur le Barrémien, sont redressés comme lui à la verticale. Les couches suivantes ont un pendage de plus en plus faible et sont recouvertes par les bancs supérieurs horizontaux.

Au Nord enfin, à l'ouest de Digne, la surface supérieure, beaucoup plus élevée, n'est jamais conservée : les vallées atteignent constamment des couches antérieures aux derniers mouvements tectoniques et qui témoignent de plissements d'ailleurs peu intenses. On peut noter cependant que les couches supérieures entre Volonne et Mirabeau sont horizontales et non pas ployées en synclinal comme on pourrait s'y attendre d'après l'allure des couches inférieures.

Les mouvements dons nous retrouvons ainsi la trace au sein des poudingues correspondent aux mouvements actifs de surrection des Alpes. Mais leur trait commun le plus frappant est d'indiquer un affaissement de la partie centrale du bassin. Cet affaissement prend une allure systématique et une amplitude telle qu'on ne saurait y voir un simple synclinal rempli au cours de sa formation. Il s'agit d'un phénomène beaucoup plus vaste, dans lequel l'affaissement isostatique sous l'afflux des sédiments doit jouer un rôle important. Ce que nous savons de tels phénomènes de subsidence nous porte à penser que l'épaisseur au centre du bassin doit être bien supérieure à celle qu'on observe sur les bords (1500^{m} à Volonne) et se chiffrer par plusieurs kilomètres.

L'afflux, dans une région aussi restreinte, d'un cube aussi considérable de matériaux détritiques est d'ailleurs lié aux mouvements tectoniques et ne peut s'expliquer que par l'intensité de l'érosion sur une chaîne très jeune ou en cours de formation.

La superposition à la série secondaire d'une masse de cette épaisseur, ou même d'une partie seulement de cette épaisseur, a dû modifier profondément sa résistance aux plissements, si bien qu'il paraît nécessaire de faire intervenir la fosse de Valensole pour expliquer la répartition des plis dans la région. C'est ainsi que les plis qui ont buté de front contre cette masse sont particulièrement serrés (vallée de l'Asse) et que ceux dont le prolongement aurait dû l'affecter, s'atténuent fortement à son approche. Tels sont le pli de Bauduen ([1]), pli couché avec un chevauchement d'un kilomètre qui

---

([1]) A. de Lapparent, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 1096.

se transforme en pli droit, et l'anticlinal de Baudinard, fortement accusé au Sud de cette localité, et qui disparaît à peu près complètement en arrivant au Verdon.

Le dépôt des conglomérats de Valensole dans une fosse de subsidence apparaît donc comme un des traits saillants de la Provence miocène.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du Mayombe, au Congo français* (1). Note de M. A. **Amstutz**, présentée par M. L. Cayeux.

L'un des traits essentiels de la géologie du Bas-Congo est la continuité des mouvements tangentiels qui se sont manifestés dans le sens SO-NE et qui ont exercé leur effort principal dans la région du Mayombe. Le début de ces mouvements est encore bien problématique, car, en admettant que des discordances n'aient pas été complètement effacées par suite de mouvements postérieurs, on est encore dans une grande incertitude en ce qui concerne le passage des formations quartzito-schisteuses du Mayombe (Bembizi-Sékélolo) à celles qui ont été classées jusqu'à présent dans le système cristallophyllien. Mais il est probable, et c'est la notion que je veux introduire ici, que des mouvements tangentiels relativement accentués se sont opérés pendant la sédimentation du système quartzito-schisteux, en provoquant finalement la surrection de rides anticlinales et en donnant ainsi naissance, le long de ces rides, aux schistes conglomératiques que je considère comme les termes supérieurs du système, mais que l'on a si longtemps confondus avec les conglomérats de base de la série schisto-calcaire sus-jacente.

Cette liaison de cause à effet et cette concomitance des plissements et de la sédimentation des formations quartzito-schisteuses, plus ou moins conglomératiques ou calcaires, se traduisent naturellement par des discontinuités le long des rides anticlinales émergées, et simultanément par une sédimentation ininterrompue dans les sillons intermédiaires. Le caractère particulièrement conglomératique des niveaux supérieurs du système s'explique tout naturellement par une accentuation lentement progressive

(1) La présente Note est en quelque sorte un complément à ce que j'ai dit de la *Structure géologique du Mayombe* dans le *Bull. suisse de min. et pétrog.*, 12, 1932, p. 234. Elle précise aussi ce que j'ai énoncé en une remarque infrapaginale adjointe à la Note de J. Lombard sur la *Structure géologique du Bamba* dans *C. R. Soc. phys. de Genève*, 50, 1933, p. 83.

des contractions ébauchées pendant le début de la sédimentation quartzito-schisteuse et par une émersion des têtes anticlinales probablement déjà déversées vers le NE, tandis que l'exhaussement de la chaîne dans son ensemble et la formation du bourrelet limitant ultérieurement la mer intérieure à sédimentation calcaire résultent évidemment d'un paroxysme final des même efforts. On voit donc qu'il faut rattacher [1] au complexe quartzito-schisteux (Bembizi-Sékélolo) une grande partie des conglomérats précédemment attribués au schisto-calcaire, et l'on voit que la solution de continuité essentielle se trouve au-dessus et non au-dessous de ces conglomèrats littoraux, comparables dans une certaine mesure au Flysch alpin.

Ainsi s'explique une série d'observations, exposées antérieurement, que j'ai faites dans le Mayombe français, belge et portugais. Ainsi peuvent s'expliquer aussi les récentes et très intéressantes observations de J. Lombard dans le chaînon du Bamba (*op. cit.*) et je pense, selon toute probabilité, que cette conception se vérifiera encore par le travail détaillé qu'entreprend notre confrère.

D'une manière générale, j'ai envisagé le Mayombe comme un pli de fond [2] du vieux socle granito-gneissique, que j'ai découvert en fenêtres au travers des complexes cristallophyllien ou quartzito-schisteux, et j'ai considéré les déformations de ces complexes comme de simples plis de couverture, ainsi qu'il ressort du profil et du texte que j'ai publiés l'an dernier (*op. cit.*, p. 237). On voit en effet, sur ces derniers, les masses relativement rigides du vieux socle se briser en coins chevauchant les uns sur les autres dans le sens correspondant à l'affaissement du bassin calcaire du Niari, et, d'autre part, la couverture sédimentaire, cristallophyllienne ou quartzito-schisteuse, suivre en se plissant inégalement les contractions du socle. Et en parfait accord avec l'affaissement du bassin calcaire, le basculage et le déversement des plis vers le Nord-Est, je rappelle que j'ai distingué dans le Mayombe, pour la première fois également, deux zones bien différenciées quant à leur style tectonique Dans la partie occidentale de l'aire cristallophyllienne, à l'ouest de Kakamoeka, Mboulou, etc., les déformations de la couverture sédimentaire se bornent, en effet, à de simples ondulations, bien différentes des plis accentués et fortement déversés que l'on observe dans la zone du Bamba-Kaba et dans ses prolon-

---

(1) Conformément à la légende d'une carte que j'ai fait paraître, en 1929, dans le *Bull. Soc. géol. Fr.*, 29, 1929, p. 321.

(2) L'un des trois grands plis de fond que E. Argand distingue en Afrique.

gements structuraux; et ceci résulte sans doute de ce que les compressions du socle granito-gneissique, également fortes dans les deux zones, n'ont pas donné lieu dans la zone occidentale aux chevauchements de coins cristallins qui semblent caractériser l'autre zone.

Au paroxysme final dont j'ai parlé plus haut, succédèrent vraisemblablement une exondation et la formation des conglomérats qui, pas plus que les précédents, ne devraient être dénommés « de base » depuis qu'ils ont été déterminés par H. Lagotala comme des formations continentales, plus ou moins remaniées, d'origine glaciaire. Puis survint un affaissement et l'établissement de la mer intérieure à sédimentation calcaire, comprise entre le bourrelet du Mayombe et le massif continuellement émergé du Chaillu. Mais ce qu'il est nécessaire de noter ici, c'est qu'une importante reprise de mouvements tangentiels suivit directement la sédimentation des calcaires du Niari, en leur communiquant des plissements très accentués près du Mayombe, mais graduellement atténués vers le Nord-Est. Comme je l'ai affirmé en 1929, en m'opposant nettement à l'opinion qui prévalait alors ([1]), cette reprise est certainement antérieure aux brèches et formations schisto-gréseuses directement sus-jacentes, car ces dernières formations me sont apparues dans les Monts Malaka en stratification sensiblement horizontale sur les calcaires plissés ([2]). C'est d'ailleurs à cette reprise très importante des mouvements du Mayombe qu'est due une certaine similitude d'allure tectonique ([3]) entre ces calcaires et les formations quartzito-schisteuses du Mayombe, que j'ai retrouvées dans la zone de Sibiti, etc., en stratification sensiblement horizontale, et, fait absolument nouveau à cette époque, en transgression sur le vaste massif granitique du Chaillu.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mesures des coefficients d'absorption de l'atmosphère.* Note de M. **J. Duclaux**, présentée par M. M. Brillouin.

Les mesures de la transparence de l'atmosphère, dont les premiers résultats ont été donnés ([4]), ont été continuées au moyen de clichés pris par

---

([1]) Voir M. Sluys, *Ann. Soc. géol. Belg.*, publ. spéc. Congo, 52, 1928-1929, p. 21.

([2]) Cette antériorité des plissements a d'ailleurs été confirmée par les recherches de MM. Lagotala, Ghitulescu et Studer.

([3]) Signalée dans *Bull. Soc. géol. Fr.*, 29, 1929, p. 321.

([4]) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1842.

M. Hugon au Pic du Midi pendant l'hiver 1932-1933. Les coefficients d'absorption se déduisent de la brillance d'objets éloignés, mesurée par photométrie photographique. La plupart se rapportent aux rayons ultraviolets transmis par un verre de Wood. Ce filtre laisse passer une bande assez large (de 3570 à 3800 Å). La longueur d'onde équivalente (c'est-à-dire celle qui donnerait, si elle était seule présente, les mêmes contrastes que la lumière complexe transmise par le filtre) est 3682 Å, dans les conditions de l'expérience, avec une incertitude qui n'atteint pas 5 Å.

Les mesures se font par un ciel absolument pur, au moins dans la région intéressée. Les cirrus qui existent parfois à l'horizon dans une direction opposée sont sans influence.

La plus grande transparence a été obtenue le 2 et le 13 novembre 1932. Les objets visés (qui sont toujours pris dans les ombres) sont des champs de neige ou des murailles rocheuses. Les distances les plus favorables, pour les mesures en ultraviolet, sont celles de 30 à 50^{km}; au delà, les contrastes deviennent trop faibles, bien qu'ils soient encore mesurables au delà de 90^{km}.

Le coefficient d'absorption de l'air peut se déduire du contraste entre la brillance d'un objet et celle du ciel adjacent. Les mesures donnent pour $\lambda = 3682$ Å :

Mire I ($41^{km},7$)........................ $k = 3{,}76.10^{-7}$

Mire II ($52^{km},7$)........................ $3{,}86.10^{-7}$

Ce mode de calcul suppose une atmosphère homogène et uniformément éclairée jusqu'à un point situé au moins à 30^{km} au delà de la mire. On pourrait objecter que cette condition n'est pas remplie. Pour lever cette objection, des mesures ont été faites sur une troisième mire comportant à la fois des parties plus sombres et des parties plus claires que le ciel; l'absorption se déduit alors du contraste entre les deux régions, et les propriétés de l'atmosphère au delà n'interviennent pas. Le résultat est

Mire III ($57^{km},5$)........................ $k = 3{,}89.10^{-7}$

Les trois nombres sont concordants. Leur moyenne est $3{,}84.10^{-7}$. La densité de l'atmosphère étant au moment de l'expérience 0,708 de la densité normale, le coefficient d'absorption de l'air à la densité normale, calculé en le supposant proportionnel à la densité, est $5{,}43.10^{-7}$. La valeur

théorique déduite de la formule de Rayleigh-Cabannes est $6,40.10^{-7}$. Le nombre expérimental est ainsi plus faible de 15 pour 100.

Ces mesures sont confirmées par d'autres, faites les mêmes jours sur des objectifs différents plus éloignés. Celles-ci sont moins précises en raison de la grande distance; de plus les mires ne sont pas uniformes et leur état n'a pu être déterminé qu'approximativement. Les calculs ont été conduits de manière à donner des valeurs maxima des coefficients d'absorption, à 10 pour 100 près environ. Les valeurs réduites aux conditions normales sont :

Mire IV (80^{km}, 2)	$k = 6,1.10^{-7}$
Mire V (90^{km}, 2)	$6,0.10^{-7}$

Enfin le coefficient d'absorption pour le jaune ($0^{\mu},58$) a été déterminé le même jour, quelques minutes après, par la même méthode et en choisissant les mêmes objectifs pour rendre les résultats comparables. Les nombres ne sont qu'approchés par suite d'une difficulté d'interprétation; la théorie indique qu'ils doivent subir une correction importante, mais elle n'est pas confirmée par l'expérience qui donne une correction très faible. Le nombre réel est ainsi compris entre un minimum théorique certainement trop bas ($1,05.10^{-7}$) et un maximum expérimental probablement un peu trop élevé ($1,34.10^{-7}$). Le nombre le plus probable est $1,25.10^{-7}$. La formule de Rayleigh-Cabannes donne $0,99.10^{-7}$. Ainsi l'absorption, qui est moins grande que le chiffre théorique dans l'ultraviolet, est plus grande dans le jaune. Si on la représente, en fonction de la longueur d'onde, par une formule en λ^{-n}, la valeur de n est 3,25 (nombre théorique 4,11). S'il y a dans l'absorption de l'air pur de la basse atmosphère un terme en $\lambda^{-4,11}$, le coefficient numérique de ce terme est en tout cas notablement plus petit que le chiffre théorique. Cette manière d'interpréter les faits rend compte en même temps des faits de visibilité à très grande distance précédemment signalés.

Les coefficients d'absorption trouvés les 2 et 13 novembre sont les plus faibles qui aient été observés jusqu'ici. Il n'y a cependant pas de raison pour croire qu'ils représentent l'absorption de l'air absolument pur. Au contraire ils pourront certainement être encore diminués, car les visibilités lointaines n'étaient pas, à ces deux dates, aussi bonnes qu'elles l'avaient été antérieurement avant que ces mesures soient entreprises.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'existence de trachéides aquifères chez le* Calligonum *L.* Note de M. **Robert Lemesle**, présentée par M. Costantin.

Se basant sur la morphologie du fruit, M. Maire (1932) estime que les deux formes de *Calligonum* connues dans le Sahara sous les noms d'atra et d'azel doivent être considérées comme des espèces bien distinctes. La première, *C. comosum* L'Hérit., est caractérisée par ses akènes à quatre côtes étroites, saillantes, couvertes de poils paucisériés, et séparées par de larges dépressions. Chez la seconde, *C. Azel* Maire, les quatre côtes sont au contraire très étalées, couvertes de poils multisériés, et elles ne laissent entre elles que d'étroits sillons.

Ayant entrepris l'étude anatomique de la tige du *Calligonum Azel* Maire, nous y avons observé une structure semblable à celle du *C. comosum* L'Hérit. décrite principalement par Volkens (1887), Perdrigeat (1899) et Jönsson (1902).

La coupe transversale nous révèle les caractères suivants :

Un épiderme à parois épaisses. Une assise sous-épidermique incolore interrompue par places par des amas fibreux. Un parenchyme cortical externe assimilateur de deux rangées de cellules, la plus extérieure fortement palissadique et très chlorophyllienne, l'autre à éléments moins allongés dans le sens radial. Un parenchyme cortical interne incolore constitué de grandes cellules remplissant un rôle aquifère; dans la masse de cette zone, on remarque d'une part de petits faisceaux libéro-ligneux surnuméraires et d'autre part de gros cordons de fibres sclérifiées. Dans les tiges âgées, le péricycle forme un anneau complet de tissu de soutien à parois fortement imprégnées de lignine. Les faisceaux libéro-ligneux, distincts dans le jeune âge, se réunissent plus tard en un cylindre complet à bois secondaire très riche en fibres. La moelle est entièrement sclérifiée. De grosses macles d'oxalate de calcium se trouvent en grand nombre dans tous les parenchymes. Les tiges âgées montrent un manchon de liège d'origine sous-épidermique.

Des coupes longitudinales nous ont permis d'observer, dans la zone incolore du parenchyme cortical, des cellules spéciales situées au voisinage des faisceaux surnuméraires, à membrane pourvue d'épaississements sclérifiés en spirale ou en réseau; assez fréquemment aussi, leur paroi s'imprègne uniformément de lignine, sauf en de nombreux points formant autant de ponctuations plus ou moins étirées. Le volume de certaines d'entre elles ne dépasse pas celui des cellules parenchymateuses environ-

nantes; mais, le plus souvent, elles prennent une forme ovale ou losangique; elles peuvent aussi se renfler en massue. Leur longueur varie entre 25 et 60^{μ}; leur diamètre, dans les parties les plus larges, atteint environ 22^{μ}. Elles sont parfois isolées (*fig.* 1), plus fréquemment agglomérées en petits groupes (*fig.* 2). Tantôt elles sont accolées aux trachées, tantôt elles en restent séparées par une ou plusieurs assises de cellules parenchymateuses.





Fig. 1. Fig. 2.

Coupes longitudinales de tiges de *Calligonum Azel.*

Fig. 1. Une trachéide aquifère isolée. — Fig. 2. Un groupe de trachéides aquifères.

Ce sont des éléments de cette nature que Vesque (1882) a nommés réservoirs vasiformes. Heinricher (1885) les a désignés sous le terme de trachéides aquifères fonctionnant comme réservoirs d'eau. Ces auteurs ont constaté leur présence fréquente chez des espèces xérophiles réparties en diverses familles (Composées, Capparidées, Tamariscinées). De même Volkens (1887) en a signalé aussi dans le mésophylle des feuilles de certains végétaux désertiques d'Égypte et d'Arabie. Ces éléments que nous remarquons également chez le *C. comosum* L'Hérit. n'avaient jamais été mis en évidence dans la famille des Polygonacées.

D'après Jönsson (1902), la zone interne du parenchyme cortical du *Calligonum* ne remplit un rôle aquifère que dans les jeunes rameaux. En effet, à la suite de la compression que subit ce tissu sous l'influence de l'accroissement des formations secondaires, ses cellules doivent cesser d'être propres à l'accumulation de l'eau. C'est pour ce motif, à notre avis, que certains éléments parenchymateux avoisinant les trachées des faisceaux surnuméraires se différencient en trachées aquifères. Ces dernières continuent à servir de réservoirs lorsque les rameaux acquièrent un certain développement.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation des glucides par les tubes polliniques.* Note de M. HENRI COUPIN, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Lorsque les grains de pollen tombent sur le stigmate, ils germent et émettent, chacun, un long tube pollinique qui, en s'accroissant, arrive jusqu'à un ovule, où s'opère la fécondation. Durant ce trajet, ledit tube, vivant en véritable parasite, se nourrit aux dépens des cellules qu'il perfore (ce sont surtout celles du tissu conducteur) et y trouve, dans leur protoplasma et leurs vacuoles, une copieuse quantité de protides et suffisamment de substances minérales, de lipides et de glucides pour assurer son accroissement. C'est là un fait bien connu dans son ensemble, mais encore assez peu fouillé dans son détail. Il serait, par exemple, intéressant de savoir comment le tube pollinique assure exactement sa nutrition azotée, sa nutrition minérale et sa nutrition carbonée.

C'est sur ce dernier point seulement que, pour l'instant, j'ai porté mon attention en faisant quelques observations méthodiques sur la germination de grains de pollen obtenue en chambres humides Van Tieghem et Le Monnier, où, moyennant certaines précautions, elle s'effectue presque aussi bien que sur leur milieu naturel, du moins pendant quelque temps. Suivant la technique habituelle, on sème les grains de pollen bien vivants (leur vitalité ne dure, malheureusement, que quelques jours) sur gouttes pendantes constituées par de l'eau légèrement, mais suffisamment minéralisée, eau à laquelle on ajoute une petite quantité de différents glucides en proportion suffisante pour éviter leur éclatement, c'est-à-dire isotonique avec leur contenu et l'on observe la germination pendant deux ou trois jours. En général, cette germination commence au bout d'un petit nombre d'heures mais s'arrête si le glucide mis en expérience n'est pas susceptible d'assurer sa nutrition, tandis qu'elle continue si la substance hydrocarbonée est assimilable.

En prenant comme exemple le pollen du *Narcissus pseudo-Narcissus*, j'ai ainsi reconnu que ses tubes polliniques peuvent se nourrir indifféremment aux dépens de divers Monosaccharides, Saccharides et Polysaccharides, mais non de glucols ou alcools polyatomiques (Glycérol, Erythrol, Mannitol). Toutefois, la véritable nature des glucides envisagés est à considérer. C'est ainsi que, parmi les Monosscharides, si le galactose est favorable, le glucose et le mannose se sont montrés médiocrement assimi-

lables et le lévulose nullement. De même, parmi les Saccharides, si le saccharose (très actif à ce point de vue) et le maltose sont nettement assimilables, le lactose ne semble l'être que modérément. Quant aux Polysaccharides, ils ne peuvent nourrir les tubes polliniques sous forme d'inuline et de glycogène, mais sont assimilables sous forme [1] d'amidon et de dextrine, cette dernière se montrant particulièrement favorable et leur permettant d'atteindre une longueur de 1 à 3mm en 24 heures, délai au bout duquel ils attestent encore l'exubérance de leur accroissement (gêné par le milieu anormal où ils vivent) en se renflant à leur extrémité libre, en une massue sphérique ou pyriforme deux à six fois plus grosse que le grain de pollen dont ils sont issus.

En résumé, les deux glucides les plus favorables à la nutrition carbonée des tubes polliniques indiqués sont le saccharose et, plus nettement encore, la dextrine qui en semble l'élément nutritif de choix bien que cependant (et le fait est à noter) ce glucide ne paraisse pas exister tel quel dans les tissus végétaux.

Ces conclusions ne valent, comme je l'ai dit plus haut, que pour le *Narcissus pseudo-Narcissus*; rien ne dit qu'elles seraient les mêmes pour d'autres espèces de fleurs, même appartenant à des types très voisins et si, dans ce cas, elles n'étaient pas identiques, il se pourrait que ce fût là une des raisons pour lesquelles certaines espèces ou variétés ne s'hybrident pas entre elles.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'un alcaloïde non oxygéné dans* Gelsemium sempervirens. Note de M. V. **Hasenfratz**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le rhizome et les racines de *Gelsemium sempervirens* ou Jasmin jaune, plante de la famille des Loganiacées, renferment à côté de la gelsémine $C^{20}H^{22}O^2N^2$ et de la gelsémicine $C^{20}H^{25}O^4N^2$ (?), toutes deux incolores, un troisième alcaloïde coloré cristallisé, la *sempervirine*, découvert par Stevenson et Sayre [2]. Cette base paraît identique au produit extrait plus

(1) Vraisemblablement aussi sous forme de cellulose si l'on observe le comportement des tubes polliniques qui traversent les cellules du tissu conducteur et se nourrissent sans doute des produits de transformation des membranes qu'ils perforent.

(2) Stevenson et Sayre, *J. Amer. pharmac. Assoc.*, 4, 1915, p. 1458.

tard par T. Q. Chou [1] et désigné par cet auteur sous le nom de *sempervine*. On ne possède aucun renseignement sur la composition de cet alcaloïde.

Les recherches dont l'exposé fait l'objet de cette Note ont pour but de combler cette lacune. Elles montrent, notamment, que la sempervirine est une base végétale *non oxygénée*, *inactive* sur la lumière polarisée et dont le nitrate est presque insoluble dans l'eau.

Sempervirine $C^{19}H^{16}N^2 + H^2O$ [2]. — Cet alcaloïde précipite à l'état cristallisé lorsqu'on traite à chaud, par un alcali, la solution alcoolique de son chlorhydrate. Au sein de l'alcool concentré la sempervirine se dépose en lamelles losangiques très brillantes dont la couleur peut varier du jaune orangé au rouge brun selon leur épaisseur; au sein de l'alcool dilué elle forme des aiguilles lamelleuses : F = 258°-260°, au bloc Maquenne.

La sempervirine contient une molécule d'eau de cristallisation qui s'élimine dans le vide, à 100°. Sa saveur est très amère.

Elle est soluble dans l'alcool en donnant une liqueur dont la teinte varie du jaune au rouge brun selon la concentration en alcaloïde; les solutions assez diluées pour paraître incolores manifestent une fluorescence bleu violet intense. La sempervirine est soluble dans le chloroforme et la pyridine, assez peu soluble dans l'acétone, et insoluble dans l'éther et le benzène.

L'acide sulfurique concentré en présence d'une trace d'alcaloïde possède une belle fluorescence bleu violet.

La sempervirine en solution chloroformique est *inactive* sur la lumière polarisée.

Chlorhydrate de sempervirine $C^{19}H^{16}N^2, ClH + 2H^2O$. — C'est un corps jaune très soluble dans l'eau; par addition d'acide chlorhydrique la solution obtenue fournit un abondant précipité très difficilement soluble à froid en liqueur acide. Par contre, il se dissout à chaud et se dépose par refroidissement en longues lamelles.

Le chlorhydrate cristallise de ses solutions alcooliques chaudes sous la forme d'amas sphéroïdaux constitués par de fines aiguilles rayonnant autour d'un centre. Les cristaux recueillis et séchés à l'air renferment deux molécules d'eau de cristallisation qu'ils perdent à 100° dans le vide. Le chlorhydrate ainsi desséché est très avide d'eau et reprend rapidement ces deux molécules d'eau au contact de l'air.

---

(1) T. Q. Chou, *Chinese Journ. physiol.*, 5, 1931, p. 295.

(2) Les analyses et les autres détails seront publiés ailleurs.

Les solutions aqueuses ou alcooliques diluées de chlorhydrate de sempervirine possèdent une fluorescence bleue. Le chlorhydrate de sempervirine dissous dans l'eau est sans action sur la lumière polarisée; il donne des précipités avec les réactifs des alcaloïdes et notamment avec l'acide silicotungstique.

Nitrate de sempervirine $C^{19}H^{16}N^2, NO^3H + 2H^2O$. — On l'obtient en traitant par l'acide nitrique une solution aqueuse de chlorhydrate. Le précipité qui se forme est recueilli puis dissous dans l'alcool chaud; le nitrate se dépose par refroidissement en aiguilles rouge brun renfermant deux molécules d'eau de cristallisation, très peu solubles dans l'eau, même bouillante, et moins encore dans l'eau chargée d'acide nitrique. Les solutions de chlorhydrate au 1/20000e précipitent nettement par l'acide nitrique; cette insolubilité est tout à fait comparable à celle du nitrate de cinchonamine signalée par A. Arnaud (1).

Picrate de sempervirine $C^{19}H^{16}N^2, C^6H^2(OH)(NO^2)^3$. — Précipité jaune cristallisé obtenu en traitant par l'acide picrique les solutions aqueuse ou alcoolique de chlorhydrate.

Chloroplatinate de sempervirine $(C^{19}H^{16}N^2, ClH)^2Cl^4Pt$. — Précipité jaune cristallin résultant de l'action du chlorure de platine sur le chlorhydrate dissous dans l'eau ou l'alcool.

L'ensemble de ces résultats justifie la formule $C^{19}H^{16}N^2$ que nous attribuons à la sempervirine.

Il existe donc dans *Gelsemium sempervirens* ou jasmin jaune, à côté de la gelsémine et de la gelsémicine, alcaloïdes cristallisés incolores, renfermant de l'oxygène et actifs sur la lumière polarisée, une troisième base également cristallisée, la *sempervirine*, substance *colorée*, *dépourvue d'oxygène* et, fait exceptionnel dans le groupe des alcaloïdes végétaux, *inactive* sur la lumière polarisée.

La sempervirine, dont le nitrate est presque insoluble dans l'eau, vient prendre place sur la liste peu nombreuse des bases végétales non oxygénées telles que la nicotine, la coniine et la spartéine.

---

(1) A. Arnaud, *Comptes rendus*, 97, 1883, p. 174.

ZOOLOGIE. — *Sur le long filament pygidial de* Sigalion Mathildæ *Aud. et M.-Edw. Rapprochement avec le cirre caudal de quelques Hétéronémertes et le prolongement filiforme de certains Gastéropodes Hétéropodes.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. F. Mesnil.

Le pygidium des Sigalionides (Polychètes aphroditiens) porte deux cirres, ou urites, dont la longueur dans les différentes espèces ne dépasse guère $2^{mm},5$. Une curieuse exception, non encore signalée, vient de nous être fournie par *Sigalion Mathildæ*, espèce commune dans le fin sable vaseux du port de Boulogne et qui a été déterminée par J.-G. Darboux en 1899.

Tout d'abord, il n'existe jamais qu'un seul urite, et l'on ne peut attribuer ce fait à la chute accidentelle d'un autre appendice, car l'observation a été pratiquée sur de nombreux exemplaires, récoltés avec le plus grand soin et rapportés au laboratoire peu éloigné dans la portion même de sable qui les renfermait. Ce qui frappe, en outre, c'est son extrême allongement et son aspect de gracilité, car il mesure jusqu'à $1^{cm},5$, chez des exemplaires adultes de 8 à 9^{cm}. Aussi ne suffirait-il pas, pour le désigner avec justesse, d'employer l'expression d'urites longs ou encore celle d'urites filiformes comme on le fait pour *Psammolyce arenosa*, par exemple.

Chez les Sigalionides, on ne trouve pas de cirres dorsaux, et, puisque l'appendice pygidial de notre espèce se montre toujours inséré en dessous de l'anus et un peu sur le côté, on peut l'homologuer comme une cirre ventral transformé. C'est le plus souvent, nous a-t-il semblé, le cirre droit, et son symétrique gauche avorte à cause même du développement insolite et de l'allongement exceptionnel du premier. Soulignons d'autre part le vif contraste entre l'extrême réduction des deux antennes au lobe céphalique et la longueur paradoxale de cet urite unilatéral persistant, qui leur répond à l'extrémité opposée. Sa structure se laisse ramener à celle d'un cirrostyle ordinaire et il est constitué essentiellement par un nerf axial enveloppé d'éléments épidermiques aplatis. Il montre une tendance à la torsion autour de son axe et il peut s'enrouler en spirale vers sa partie distale. Particularité intéressante, l'un de ses bords aligne plusieurs centaines de papilles saillantes, non glandulaires, qui lui conférent un aspect caractèristique en dents de scie. L'existence de si nombreuses sensilles réceptrices sur toute sa lon-

gueur ne laisse aucun doute sur l'importance de cet organe sensoriel postérieur dans la physiologie de l'animal.

L'attitude normale de *Sigalion Mathildæ* est la suivante : il vit enroulé en une spirale pyramidale (son bord gauche étant en général intérieur) dans laquelle la tête se trouve amenée à proximité de l'extrémité postérieure. La trompe exsertile est ainsi prête à se précipiter à l'endroit même où le long appendice à papilles traîne dans le sable. Nous croyons en effet que ce dernier renseigne l'annélide lovée, en fonctionnant non loin du lieu où se tient la tête, comme organe tactile ou olfactif chargé de lui révéler l'approche et la nature des proies dont il fait sa nourriture. La sensibilité des terminaisons nerveuses des papilles, qui nous paraissent plutôt répondre à un comportement olfactif, commanderait en somme la protraction brusque de la trompe préhensile.

La brève observation précédente permet de ramener l'attention sur deux autres catégories d'animaux qui possèdent, eux aussi, à la fois une trompe et un filament terminal du corps. Un certain nombre d'Hétéronémertes, parmi lesquels *Cerebratulus marginatus* vivant à Boulogne dans le même sable que *S. Mathildæ*, présentent en arrière un prolongement grêle très singulier qui a été étudié chez *Zygeupolia*. Il est constitué d'un mince fourreau tégumentaire ne renfermant guère que les deux cordons nerveux latéraux et une faible quantité de parenchyme et il doit être considéré comme un organe essentiellement nerveux jouant sans doute le même rôle que le filament sensoriel du polychète.

On connaît d'autre part chez les Gastéropodes Hétéropodes plusieurs formes pourvues d'un filament postérieur, lequel représente ici une terminaison du métapodium (*Proteosoma*, *Pterotrachea*, *Filarioïdes*). Ce sont aussi des animaux à trompe et chez lesquels les tentacules antérieurs ont disparu ou sont en régression. Sans vouloir dénier toute action hydrostatique à ce bizarre appendice, nous lui attribuons un rôle sensoriel plus évident, en rapport avec la signalisation et la capture de proies pélagiques.

Conclusion. — La possession d'une trompe protractile, la réduction extrême ou l'absence d'appendices céphaliques et le développement d'un long organe filiforme compensateur à la partie postérieure, sont trois caractères étroitement associés dans un certain nombre de formes animales carnassières d'Invertébrés.

PHYSIOLOGIE. — *Réaction du résonateur pharyngien sur la vibration des cordes vocales pendant la phonation.* Note [1] de M. **Raoul Husson**, présentée par M. Lapicque.

I. Helmholtz et ses élèves, alléguant la *brièveté* et *l'insuffisante rigidité* du tube additionnel pharyngo-buccal, ont affirmé que nos cavités vocales ne pouvaient réagir sur le son du larynx. Cette réaction, que certaines expériences de Thooris [2] faisaient déjà entrevoir, est mise en évidence par l'observation suivante, effectuée par M. Tarneaud et nous-même :

Nous avons examiné au *stroborama* [3] un mezzo-soprano dont l'émission était quasi impossible dès l'*ut-4*. Le sujet présentait : le larynx très élevé; l'épiglotte et la langue presque rabattues sur le larynx ; le pharynx contracté et considérablement réduit en volume. Corrélativement le son était dépourvu d'harmoniques graves et *de faible intensité malgré d'épuisants efforts de souffle* faits par le sujet. Cependant l'observation stroboscopique montrait une vibration des cordes vocales d'*amplitude énorme, anormale*, atteignant 4^{mm} de part et d'autre du plan vertical médian de la glotte. Nous avons donné à ce fait le nom de *phénomène paradoxal de Tarneaud.*

Ce phénomène nous a paru être sous la dépendance de l'accord [4] de la cavité pharyngée sur le son du larynx. Nous avons été ainsi conduit à étudier par le calcul les variations de l'énergie vibratoire laryngée transmise par le pharynx en fonction de son accord sur le son du larynx.

Au voisinage de chaque son propre de la cavité pharyngée, l'énergie transmise au pharynx s'obtient par la discussion de l'équation classique

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\lambda\frac{dx}{dt} + Cx = \sum_{p=1}^{p=n} A_p \sin(p\omega t + \varphi_p),$$

où le second membre représente la force imposée par les n harmoniques constituant le son du larynx.

L'étude de la variation de cette énergie en fonction des fréquences des

(1) Séance du 1er mai 1933.

(2) *Le Chant humain*, p. 189 (Amédée Legrand, éditeur, Paris, 1927).

(3) Tarneaud, *Bull. Acad. Méd.*, **107**, n° 20, 24 mai 1932, p. 702.

(4) A. Labriet et R. Husson, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1680; **181**, 1925, p. 358.

sons propres du pharynx montre que : *l'énergie transmise par le pharynx atteint son maximum maximorum lorsque le « son propre » le plus grave du pharynx est sensiblement accordé sur l'harmonique le plus grave possible du son du larynx.*

Ceci admis, l'explication du phénomène paradoxal indiqué plus haut est la suivante : la diminution de volume du pharynx ne permet pas son accord sur un harmonique grave du son du larynx; dès lors, l'énergie transmise par le pharynx n'est plus qu'une faible partie de l'énergie vibratoire développée par le larynx; le sujet réalise des pressions sous-glottiques élevées, et en conséquence des vibrations laryngées d'amplitude énorme, sans parvenir à augmenter notablement la quantité d'énergie transmise par le pharynx à l'onde vocale extérieure.

A titre de vérification, nous avons observé chez le même sujet l'émission des sons avec le larynx abaissé, et en lui indiquant d'effectuer dès le *ré-4* le passage (¹) (couverture du son; allemand : *Deckung*). Dès lors : le pharynx reprend son volume normal ; les harmoniques graves du son réapparaissent : l'intensité de la voix *augmente*, tandis que l'amplitude de la vibration des cordes vocales *diminue* et redevient normale.

Il y a lieu d'admettre que le pharynx réagit sur le larynx. Toutefois, en général, c'est le pharynx qui s'accommode par modification de volume; la réaction sur le vibrateur laryngien n'est observable que dans les cas où les possibilités d'accommodation du pharynx sont diminuées ou annulées.

II. L'existence d'une réaction exercée par le pharynx sur le larynx permet de choisir entre les deux explications possibles du rôle de la cavité pharyngo-buccale dans la formation de la voix : cavitée relancée *in tempo* du son du larynx (Willis, Hermann); ou cavité excitée par résonance (Helmholtz). Comme une cavité relancée *in tempo* ne peut exercer aucune réaction sur le mécanisme excitateur, on est en droit de conclure que la cavité pharyngo-buccale, dans la phonation, joue le rôle d'un véritable *résonateur associé au vibrateur laryngien et réagissant sur lui.*

La formation de la voix humaine, au point de vue mécanico-acoustique, résulte donc du fonctionnement d'un *couplage laryngo-pharyngien*, relativement *serré*, au sens de Wien et de Vogel, et dont le degré de *liaison* croît du grave à l'aigu à mesure que le résonateur pharyngien se contracte, c'est-à-dire perd son amortissement. Les passages de la voix ne sont que

---

(¹) A. Labriet et R. Husson, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 342.

les fréquences critiques de ce système couplé (*Resonanzbruchstellen*). Des considérations analogues ont été développées par D. Weiss [1].

III. Ces phénomènes ont d'importantes conséquences au point de vue de l'enseignement du chant. Deux systèmes pédagogiques, parfois préconisés, apparaissent comme particulièrement dangereux :

1° L'emploi de positions laryngées systématiquement élevées;

2° La non-exécution des passages de la voix.

Dans les deux cas, le couplage laryngo-pharyngien est à la fois *déréglé* par la diminution anormale du volume du résonateur pharyngien, et rendu *plus serré* par la contraction de ses parois qui diminue son amortissement. Il en résulte une réaction très accusée du pharynx sur le larynx, laquelle détermine différents troubles de motricité des cordes vocales aisément observables au laryngo-stroboscope.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la visibilité de l'ultraviolet jusqu'à la longueur d'onde* 3130. Note de M. **Jean Saidman**, présentée par M. Ch. Fabry.

La perception d'une sensation lumineuse par la rétine, lorsque l'œil est exposé au rayonnement ultraviolet, a été l'objet de travaux contradictoires.

Helmholtz, éliminant le spectre visible, décèle avec une sensation de couleur gris lavande, l'ultraviolet jusqu'à la raie R (3286 A). De Chardonnet admet que le cristallin absorbe tout l'ultraviolet et que seuls les sujets opérés de la cataracte peuvent voir la partie du spectre comprise entre les raies O et T (3341 à 3020 A).

Un grand nombre d'auteurs ont étudié, par les méthodes spectrographiques, l'absorption des ultraviolets par les divers milieux de l'œil. On admet généralement que le cristallin protège la rétine contre les radiations de longueur d'onde inférieure à 3200, bien que des transparences pour des longueurs d'onde plus petites aient été parfois constatées. L'étude de la transmission par les milieux de l'œil ne résout d'ailleurs pas la question de sensibilité de la rétine.

Il était donc utile d'étudier systématiquement la visibilité de l'ultraviolet, particulièrement de la région au-dessous de 3300 (car la visibilité du début de l'ultraviolet, particulièrement des raies 3650 du mercure, n'est pas

---

(1) D. Weiss, *Zeitschr. für H.-N. Ohrenheilk.*, 30, 1932, p. 353.

contestée), avec un dispositif assez commode pour être appliqué à un grand nombre de sujets. La méthode spectroscopique exige un appareillage compliqué et ne donne pas facilement un rayonnement monochromatique assez intense sans mélange de radiations parasites.

J'ai donc cherché à réaliser un filtre qui absorbe complètement les radiations du spectre visible, ainsi que la portion initiale de l'ultraviolet, tout en conservant une bonne transparence vers 3100.

Les divers filtres utilisés jusqu'à présent (couche d'argent métallique, association de cuves contenant des solutions de nitrosodiméthylaniline, du chromate ou du monochromate de K) réduisent considérablement le flux ultraviolet, si bien que la quantité d'énergie transmise par l'écran peut être insuffisante pour produire une sensation lumineuse.

J'ai adopté une cuve constituée par des parois d'un verre spécial à l'oxyde de nickel et contenant une solution de sulfate de nickel. Adaptée à une lampe à vapeur de mercure, elle présente son maximum de transparence (24 pour 100) à 3130 A et sa bande de transmission s'étend de 3341 à 2650 A. Les parois (épaisses de 4^{mm}) sont en boro-phosphate de baryum et d'alumine additionné d'oxydes de cobalt et de nickel, préparé par M. Long et dont nous avons publié par ailleurs la courbe de transmission sous le nom de verre Solaix W6 : sa transparence va de 4300 à 2500 A.

La cuve contient une solution saturée de sulfate de nickel pur, sous une épaisseur de 4^{cm}, destinée à absorber le violet et l'ultraviolet jusqu'à 3400 A. Nous l'avons préconisée dès 1924 pour la préparation de cuves pour les lampes à arc utilisées en médecine, en raison de sa grande transparence dans l'ultraviolet et de son absorption dans l'infrarouge. Depuis, le sulfate de nickel a été adopté par Jones en 1928, avec des cuves épaisses d'un centimètre et transparentes jusqu'à 3600, en solution à 50 pour 100.

Notre cuve constitue un excellent filtre pour l'étude des phénomènes de fluorescence produits par les ultraviolets de 3130 à 2800 A ; elle permet également de mesurer avec des piles thermo-électriques la portion de l'ultraviolet susceptible de provoquer un érythème.

L'étude de la visibilité de l'ultraviolet devient facile : en examinant à travers la cuve un certain nombre de sources émettant des rayons de longueur d'onde inférieure à 3350 A, on distingue d'une part un halo ou brouillard de couleur lavande, produit par la fluorescence du cristallin (mais moins accusé que celui produit par la raie 3650 A de la vapeur de mercure) et, d'autre part (jusqu'à un certain âge), l'image de la source

des rayons (disque solaire, arc d'une lampe à mercure, flamme et électrodes d'un arc voltaïque, filament incandescent des lampes à tungstène munies d'une paroi spéciale). Selon l'éclat de la source, dans cette partie du spectre, elle paraît violette ou bleuâtre.

Pour m'assurer que cette impression lumineuse de la rétine est bien due à l'ultraviolet de longueur d'onde inférieure à 3400 A, j'interpose entre la source du rayonnement et la cuve une lame de verre transparente à 3650 A mais opaque pour 3341 A; toute sensation lumineuse disparaît. Si l'on interpose un verre transparent à 3341 et opaque à 3130, la visibilité de l'arc au mercure est à peine perceptible. L'impression lumineuse est donc due presque exclusivement au groupe de raies 3130-3022 A.

Pour étudier les variations de cette visibilité en fonction de l'âge, j'ai examiné 102 sujets à l'Institut d'Actinologie et à l'Hôpital des Enfants-Malades (service du D[r] Le Mée), dont 38 médecins et étudiants en médecine, considérés comme normaux. Chacun devait décrire l'aspect de l'arc au mercure vu à travers de l'écran. Les uns le voyaient parfaitement; les autres ne voyaient rien du tout ou un simple halo dû à la fluorescence du cristallin.

Une première constatation s'impose au cours de ces recherches préliminaires : c'est que la visibilité de la région 3130, constante dans la jeunesse, disparaît entre 34 et 43 ans environ. Parmi les personnes âgées de 43 à 73 ans, aucune n'a vu l'image de la source.

Jusqu'à l'âge de 33 ans, tous les sujets ont bien décrit l'arc vu en violet ou mauve ou bleu, sauf une femme qui voyait avec l'œil gauche, mais pas avec le droit (qui paraissait normal par ailleurs).

L'âge intermédiaire dans notre statistique, va de 34 à 43 ans : sur 29 sujets, 20 voient des deux côtés, 2 ne voient que d'un œil et 7 ne voient rien.

Enfin, il faut noter que parmi les 72 sujets qui voient l'ultraviolet avec les deux yeux, 52 indiquent une impression visuelle égale des deux côtés et 22 voient beaucoup mieux d'un côté.

Il résulte de ces recherches, que le cristallin humain n'est pas aussi opaque qu'on le supposait d'après les pièces d'autopsie. La disparition de la visibilité de l'ultraviolet jusqu'à 3130 A serait un signe de vieillissement du cristallin et le procédé décrit pourrait être utilisé en ophtalmologie pour déceler les débuts de sclérose oculaire.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Action des ultra-pressions sur le suc pancréatique*. Note de MM. **J. Basset**, **M. Lisbonne** et **M.-A. Machebœuf**, présentée par M. Roux.

Les recherches poursuivies par deux de nous sur l'action des très hautes pressions sur les microbes et les diastases ([1]) nous ont conduits à étudier le comportement du suc pancréatique dans de semblables conditions.

Le suc pancréatique pur est en effet un objet de travail d'un intérêt spécial du fait de sa teneur en diastases diverses, des particularités que présente son activation tryptique et de sa forte alcalinité.

Jusqu'à quel point peut-on, par l'application ménagée des pressions élevées, détruire certains de ses éléments actifs sans altérer les autres? Peut-on, au sein de ce liquide si complexe, dissocier les mécanismes intriqués des activations kinasique, calcique et acide, comme on peut le faire par d'autres agents physiques? Telle est l'étude que nous avons entreprise.

Nos expériences ont été faites avec du suc pancréatique de chien (suc de secrétine) recueilli par catéthérisme du canal de Wirsung avec les précautions minutieuses, l'asepsie et la propreté chimique recommandées par Delezenne ([2]).

Le suc est soumis à des pressions allant de 10000 à 15000^{atm}, suivant la technique établie au cours de nos recherches antérieures.

Le tableau suivant rend compte des résultats :

([1]) J. Basset et M. A. Machebœuf, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 1431; **196**, 1933, p. 67 et 1138.

([2]) Ce suc est directement inactif sur les protéines; il n'acquiert le pouvoir tryptique que par adjonction d'une enzyme (kinase) ou d'ion calcium, ou d'acide en quantité convenable (pH-4.4,1) (Lisbonne).

La filtration sur collodion, l'exposition à la lumière ultraviolette font perdre au suc la capacité de s'activer par le calcium, tout en lui conservant celle de s'activer par les kinases. De ces faits, Delezenne a conclu que le suc pancréatique renferme une prokinase que les sels de calcium transforment en kinase.

Nature du suc pancréatique.	Pressions en atmosphères.	Durée des séjours sous pression en minutes.	État du suc après l'action de la pression. Activabilité par kinase.	calcium.	acide.	Trypsinogène.	Amylase.	Lipase.
Normal ...	11000	35	+	+ (retard)	0	normal	normale	détruite
» ...	11000	40	+	+ (retard)	0	normal	normale	détruite
» ...	13500	30	+	+ (retard)	0	normal	normale	détruite
» ...	15500	45	+	+ (retard)	0	réduit du tiers environ	réduite de deux tiers	
Activé....	13500	45	Activé avant action de la pression			trypsine réduite de moitié	détruite (¹)	

1° *Dissociation des activations kinasique, calcique et acide du trypsinogène.* — Comme on le voit, l'action de la pression supprime à coup sûr l'activabilité du suc pancréatique par l'acidification, tout en laissant persister celles par la kinase ou par le calcium. C'est là la démonstration expérimentale que les sels de chaux demeurent étrangers au phénomène de l'activation par les acides. On reviendra ultérieurement sur l'intérêt doctrinal de ce fait.

Contrairement à l'ultrafiltration et à l'irradiation ultraviolette, l'action des ultra-pressions dans les conditions de nos expériences ne détruit pas la prokinase; le suc pancréatique pressé s'active en effet par les sels de calcium. Mais, chose curieuse, cette activation qui se produit en 6 ou 7 heures à 40°, avec les sucs normaux, ne se produit qu'après 14 à 16 heures, avec les sucs pressés. Peut-être deviendrait-elle impossible avec des sucs comprimés plus fortement ou plus longtemps; ceci est à étudier.

2° *Résistance des diastases du suc pancréatique.* — La lipase du suc pancréatique est très sensible à l'action des hautes pressions, comme elle l'est, du reste, à la chaleur et à la lumière ultraviolette.

L'amylase du suc normal est, par contre, très résistante, et il faut arriver aux plus fortes pressions dont nous disposions pour annihiler seulement une part de son action (les deux tiers environ).

Le trypsinogène, en tant que proferment, est peu sensible à la compression; mais lorsqu'il est transformé en ferment directement actif, il se laisse atténuer plus facilement.

En comparant ces résultats à ceux déjà obtenus par deux d'entre nous [2],

---

[1] L'amylase présente dans ce suc au moment de la montée de la pression était déjà réduite du fait de l'activation tryptique; la pression l'inactive totalement.

[2] *Loc. cit.*

on note que la lipase pancréatique est beaucoup plus sensible aux ultra-pressions que les autres diastases étudiées jusqu'ici, tandis que l'amylase pancréatique est parmi les plus résistantes. La trypsine active qui perd environ 50 pour 100 de son activité si on la soumet pendant 45 minutes à 13000^{atm} réagit aux ultra-pressions d'une façon comparable à celles de la sucrase et des oxydases.

Il est à noter que le suc pancréatique est un milieu nettement alcalin et très visqueux. La résistance des diastases aux ultra-pressions est peut-être fonction du pH et de la viscosité. Dans le présent travail, nous avons toujours opéré sur les sucs pancréatiques tels que nous les avons obtenus, sans modifier leurs propriétés physico-chimiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Production d'urobiline par action des rayons ultraviolets sur la chlorophylle et les porphyrines.* Note [1] de M. **B. Gouzon**, présentée par M. A. Desgrez.

Hématines, porphyrines, bilirubines et urobilines constituent les termes principaux d'une filiation de pigments qui présente, dans le règne animal, une importance considérable.

On admet que la transformation de l'hématine en bilirubine se fait, *in vivo*, en passant par une porphyrine; inversement, on a pu, *in vitro*, obtenir une porphyrine à partir de la bilirubine (H. Fischer et Lindner) [2]. L'organisme animal produit, d'autre part, un chromogène incolore : l'Urobilinogène que Fischer et Meyer-Betz ont assimilé au mésobilirubinogène, corps cristallisé et bien défini, produit de réduction artificiel de la bilirubine. Cet urobilinogène s'oxyde facilement pour donner un pigment : l'urobiline, moins bien connue chimiquement et caractérisée, en particulier, par sa fluorescence verte, surtout en présence de sels de zinc.

Une urobiline peut également dériver de la chlorophylle; en effet, en 1911, H. Bierry et J. Larguier des Bancels [3] ont signalé que les solutions alcooliques de chlorophylle, exposées aux rayons ultraviolets d'un arc au mercure se décoloraient rapidement et donnaient, après une durée d'irradiation allant de 12 à 24 heures, les réactions chimiques de l'urobiline.

Récemment, Richter [4] a confirmé ces résultats et montré de plus que

(1) Séance du 8 mai 1933.

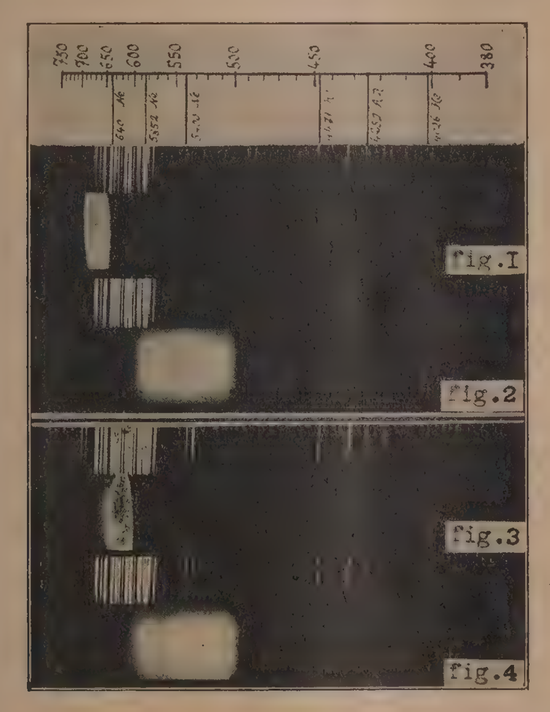
(2) *Zeitschrift f. Physiol. Chemie*, **153**, 1926, p. 54.

(3) *Comptes rendus*, **153**, 1911, p. 124.

(4) *Anzeiger der Akad. der Wissens*, Wien. **6**, 1932, p. 54.

certains pigments végétaux, du groupe des anthocyanes subissaient, eux aussi, des transformations profondes par exposition aux rayons de courte longueur d'onde.

J'ai repris cette méthode de désintégration par l'ultraviolet pour l'appliquer non seulement à la chlorophylle, mais encore à une porphyrine d'origine animale : l'hématoporphyrine dont la fragilité aux rayons $< 380^{m\mu}$ avait été déjà remarquée. S'adressant ainsi à des pigments doués d'une



fluorescence rouge caractéristique, on peut, grâce à l'étude de leur spectre de fluorescence, en suivre constamment les stades de décomposition et saisir en quelque sorte au passage, à mesure que se prolonge l'irradiation, les produits de transformation intermédiaires.

Chlorophylle. — On a irradié, sous un écran laissant passer seulement l'ultraviolet d'un arc au mercure, une solution chloroformique de chlorophylle purifiée par la méthode de Tswett : adsorption fractionnée sur du carbonate de chaux. Cette solution, placée dans un tube de quartz, était refroidie par un courant d'eau froide passant dans un deuxième tube intérieur, afin d'éviter que la température ne s'élève à plus de 40°. Exposée

dans ces conditions aux rayons ultraviolets, la solution se décolore peu à peu et passe du vert foncé au brun puis au jaune pâle. En même temps, les deux bandes de fluorescence primitives de la chlorophylle 693-676$^{m\mu}$ et 660-650$^{m\mu}$ (*fig.* 1) s'atténuent peu à peu et font place, après une durée d'irradiation de 11 heures, à une large bande de fluorescence de plus en plus intense, qui occupe toute la région jaune et verte du spectre (*fig.* 2). La position de cette bande 605-495$^{m\mu}$, indique la présence d'urobiline, confirmée par les réactions chimiques.

Hématoporphyrine. — On a opéré, dans les mêmes conditions, sur une solution d'hématoporphyrine dans du chloroforme additionné de pyridine (pour en faciliter la dissolution). On observe alors un phénomène analogue, quoique beaucoup plus rapide. Après une durée d'irradiation de 3 heures seulement, la solution, primitivement rouge brun, s'est à peu près complètement décolorée. La bande de fluorescence de l'hématoporphyrine 645-615$^{m\mu}$ (*fig.* 3) s'est atténuée graduellement, tandis qu'apparaissait, dans le jaune et le vert, une large bande comprise entre 605 et 493$^{m\mu}$, identique à celle que donne la chlorophylle et qui indique ici encore la présence d'urobiline (*fig.* 4).

Des résultats tout à fait comparables ont été obtenus par irradiation de solutions d'ooporphyrine, ou protoporphyrine retirée des coquilles d'œufs d'oiseaux. Toutefois, ce dernier pigment paraît plus résistant que l'hématoporphyrine à l'action chimique de l'ultraviolet, puisqu'il a fallu une irradiation de 5 à 6 heures pour l'amener jusqu'au stade urobiline.

Conclusion. — L'irradiation, par les rayons ultraviolets, de solutions de chlorophylle et d'hématoporphyrine permet au moyen d'un agent exclusivement lumineux, sans l'aide de la chaleur ni d'aucun agent chimique, d'obtenir un produit de désintégration qui présente les caractéristiques spectrales et les réactions chimiques de l'urobiline.

De même que l'œtioporphyrine paraît être (H. Fischer) le point de départ commun pour l'édification des deux pigments du règne animal et du règne végétal : hémoglobine et chlorophylle, de même, il semble bien que l'urobiline doive représenter un stade de dégradation commun à ces deux pigments.

BACTÉRIOLOGIE. — *La courbe d'évolution d'une culture de virus de la peste aviaire.* Note de M. **Harry Plotz**, présentée par M. Roux.

Nous avons déjà démontré [1] que le virus de la peste aviaire peut être cultivé dans un milieu constitué par une suspension de fragments d'embryon de poulet dans du liquide de Drew. Lors de nos premières expériences, nous avions pu obtenir quinze passages de ce virus; depuis nous avons pu en obtenir 50. Ce cinquantième passage représente une dilution du virus initial a 6^{50} et ne peut, de fait, être considéré autrement que comme une culture du virus.

On sait que l'évolution de la culture d'un microbe *visible* comprend d'abord une période de latence durant laquelle le germe ne se développe pas; puis une période de croissance qui est suivie plus ou moins rapidement d'une période où le nombre de germes vivants diminue. Il nous a paru intéressant de rechercher si une pareille évolution se produit lorsqu'on cultive un virus filtrant.

Voici la technique que nous avons employée :

On prépare une série de ballons dont chacun contient 4^{cm^3} de liquide de Drew et 1^{cm^3} d'une suspension fraîchement préparée avec un embryon de poulet âgé de 10 jours. Chaque ballon reçoit 1^{cm^3} d'une culture de peste aviaire de 3 jours, et tous les ballons sont mis à l'étuve à 37°.

Les embryons de poulet sont broyés à la presse de Fisher, qui permet d'obtenir des fragments ayant sensiblement la même taille; on arrive ainsi à répartir d'une façon uniforme les cellules réceptives (cerveau, peau) [2] dans chaque ballon. Il peut arriver cependant qu'il y ait une petite différence dans le nombre des cellules existant dans chaque ballon, mais les titrages préalables que nous avons effectués nous ont montré que ces petites différences sont sans aucune influence sur le développement de la culture.

Chaque jour un ballon est retiré de l'étuve et son contenu est broyé dans un mortier en présence de sable stérile.

Avec 1^{cm^3} du liquide de broyage que l'on prélève dans le mortier, on fait une série de dilutions dans l'eau physiologique, et 1^{cm^3} de chaque dilution est inoculé à un poulet. On détermine la dilution la plus élevée qui amène

---

(1) *C. R. Soc. Biol.* **110**, 1932, p. 163.

(2) Hallower, *Zeitschr. für Hyg. und Infektionskrankheit.*, **113**, 1931, p. 61.

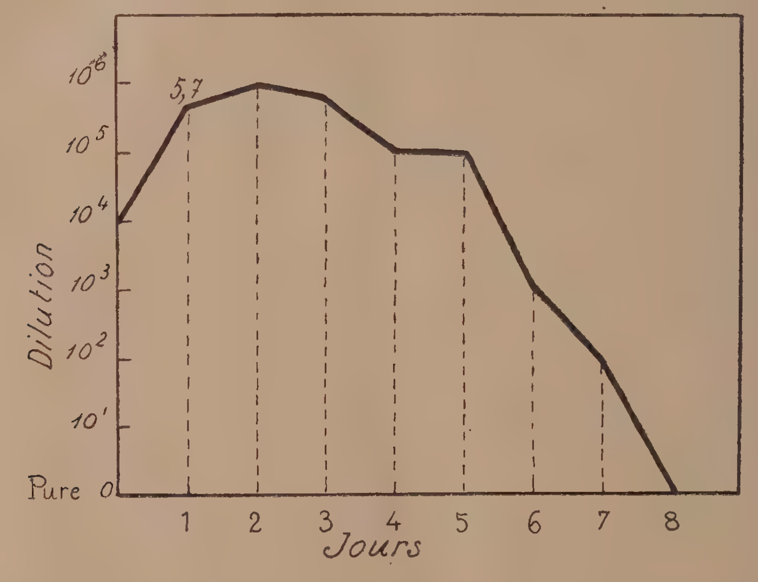
la mort de l'animal, et l'on note le temps au bout duquel la mort intervient. Cette expérience, faite en double, a porté sur 100 poules et a donné des résultats identiques.

Si l'on examine la courbe ci-dessous, qui est la représentation graphique des résultats que nous avons obtenus, on constate que :

1° La courbe de développement met en évidence une période de croissance et une période où l'activité de la culture diminue.

2° La culture du virus est très rapide. L'activité du virus a augmenté de 50 fois en 24 heures et de 100 fois en 48 heures.

3° Il semble que le maximum de la virulence coïncide avec l'abondance maxima de la culture.



4° Une fois que le maximum de culture est atteint, la diminution de l'activité devient rapide. Au bout de 8 à 9 jours de séjour à l'étuve à 37° le virus a perdu toute activité.

5° Nous savons que les cellules embryonnaires qui sont en contact avec le virus meurent au bout de 3 jours [1]. La courbe montre que la culture ne se fait que pendant la période où les cellules embryonnaires restent vivantes.

---

[1] HARRY PLOTZ et BORIS EPHRUSSI, *C. R. Soc. Biol.*, **112**, 1933, p. 525.

6° Le virus reste vivant pendant quelques jours après la mort des cellules embryonnaires, mais il n'y a plus de développement en présence des cellules mortes.

MICROBIOLOGIE. — *Sur le Bacille* coli *chez les Mammifères marins.* Note de M. G. Fleury, présentée par M. Joubin.

Ayant déjà montré que les poissons *marins*, morts ou vifs, ne présentent jamais de Bacille *coli* dans leur intestin, même si l'eau de mer dans laquelle ils vivent renferme du Bacille *coli*, nous avons voulu nous rendre compte si le Bacille *coli* se trouve dans le côlon des Mammifères marins. Nos recherches portent sur quatre marsouins (*Phocœna*) capturés en des endroits différents et à des époques différentes.

I. Prélèvements. — Le Marsouin est maintenu couché sur le dos. La face ventrale est ouverte en partant de la tête, et de façon qu'aucun viscère ne soit touché et que la masse intestinale se présente absolument indemne.

L'abdomen largement ouvert, nous pratiquons nos prélèvements :

1° Sur l'intestin, à la place que nous choisissons, nous appliquons, juste le temps d'y toucher, une face de la lame d'une aiguille lancéolée, préalablement rougie à la flamme;

2° Avec une aiguille pointue, stérilisée par son passage à la flamme, nous perçons un trou dans cette infime portion du tube intestinal déjà stérélisé par l'application du fer rouge;

3° Ce trou nous permet d'enfoncer d'un seul coup et assez loin une pipette stérile que nous remplissons en partie de fiente par aspiration.

Sur chaque Marsouin nous faisons sept prélèvements de contenu intestinal éloignés les uns des autres; l'un est, séance tenante, examiné au microscope; les autres prélèvements sont ensemencés immédiatement et directement sur eaux peptonées, peptonées phéniquées, et sur notre milieu solide.

II. Expériences. — 1° *Examen direct.* — Chez aucun des Marsouins, l'examen direct au microscope, du contenu intestinal, n'a montré de bâtonnets à la fois mobiles et ne prenant pas le Gram. Le plus souvent, nous avons vu des bacilles gros, immobiles, isolés ou en chaînettes de deux ou trois articles, qui donnent un Gram positif.

2° *Ensemencements sur eau peptonée.* — Les ensemencements du contenu intestinal sont faits sur 300^{cm^3} ou 100^{cm^3} d'eau peptonée à 3 pour 100.

Les cultures sont examinées après 48 heures d'étuve à 37° :

a. Entre lame et lamelle; *b*. après coloration à la fuchsine de Ziehl; *c*. après coloration au Gram; *d*. ensemencés ensuite sur gélose simple, gélose lactosée tournesolée, lait tournesolé, bouillon glucosé.

Une seule fois nous avons obtenu un bouillon de culture qui donnait avec le réactif nitrite de soude, acide chlorhydrique une réaction positive, et qui donnait d'ailleurs une réaction nulle avec le réactif d'Ehrlich (paradiméthylamidobenzaldéhyde). L'étude de cette culture a montré qu'il s'agissait non d'indol, mais de scatol.

Une seule fois aussi, nous avons obtenu, après 3 jours d'étuve à 37°, un liquide parfaitement clair.

Tous les autres cas nous ont montré des *cocci*, isolés ou groupés en amas et en courtes chaînettes, immobiles, donnant un Gram positif, plus rarement, des bacilles épais et longs, quelquefois réunis en chaînettes, dont quelques-uns sont légèrement mobiles. Bacilles comme *cocci* prennent tous le Gram. Ensemencés sur géloses, lait tournesolé, bouillon glucosé, nous n'avons jamais obtenu de culture.

3° *Ensemencements sur eaux peptonées phéniquées*. — Les ensemencements du contenu intestinal sont faits sur eaux peptonées phéniquées à 1 et à 1,20 pour 100 d'acide phénique.

Nous n'obtenons, pour aucun des Marsouins, une culture qui donne une réaction d'indol positive.

Sauf un cas où nous avons trouvé un liquide parfaitement clair au bout de 48 heures d'étuve à 42°, toutes nos cultures nous montrent des *cocci* isolés ou réunis par 2 ou par 3, immobiles et prenant le Gram.

Les repiquages faits sur gélose lactosée, bouillon glucosé ou lait tournesolé n'ont donné aucune culture.

4° *Ensemencements sur notre milieu solide*. — Notre milieu solide, particulièrement indiqué pour la recherche et l'identification du Bacille *coli*, est préparé comme suit :

Peptone..........	50g	Gélose..........	15g
Sel marin.........	5	Gélatine.........	60
Lactose...........	15	Eau de source....	900

Après dissolution et neutralisation, clarifier au blanc d'œuf, filtrer, ramener à 900cm³.

Ajouter solution filtrée contenant :

Rouge Congo..................................	2^g
Lessive de soude dite « des savonniers »................	$0^{cm^3},5$
Eau distillée..................................	100^{cm^3}

Mélanger. Répartir en boîtes de Petri à raison de 15^{cm^3} pour une boîte de Petri de 9^{cm} de diamètre, et en ayant soin de garnir intérieurement le couvercle de la boîte d'une rondelle de papier filtre.

Sur ce milieu, les colonies de Bacilles *coli* apparaissent très nettement, sous forme de taches d'un beau bleu clair, sur fond rouge groseille, soit au bout de 8, 10 ou 12 jours si le milieu est abandonné à la température ambiante, soit au bout de 24, 48 ou 60 heures s'il est placé à l'étuve à une température de 25 à 30°.

Le contenu intestinal des Marsouins ensemencé sur notre milieu solide, n'a donné aucune colonie d'aspect coliforme.

Nous avons vu pousser des colonies dont l'étude a montré qu'il s'agissait de coccis isolés, prenant faiblement le Gram, d'autres, rares, ne prenant pas le Gram, de bacilles longs, filamenteux, ne prenant pas le Gram, et de bacilles courts prenant fortement le Gram.

Les repiquages de toutes ces colonies sur les milieux à réaction biochimiques n'ont donné aucune culture.

III. *Conclusion.* — Alors qu'il est classique de considérer le Bacille *coli* comme le saprophyte constant de l'intestin des mammifères, nous avons montré qu'il peut y avoir des exceptions, et que notamment chez les quatre marsouins que nous avons examinés le côlon ne présente pas de Bacille *coli*.

MÉDECINE. — *Nouveaux faits montrant l'action thermique sur le bulbe.* Note [1] de M. et Mme **André Pupier** et M. **René Prieur**, présentée par M. d'Arsonval.

Les causes du vomissement sont multiples; les incitations vomitives peuvent avoir des points de départ variables; viscères abdominaux, pharynx, oreille interne, etc., toutes mettent en jeu le bulbe. Certains poisons (apomorphine), certaines modifications humorales agissent directement sur le bulbe pour provoquer le vomissement.

---

[1] Séance du 1er mai 1933.

L'un de nous s'était demandé si une action physique extérieure, en particulier une action thermique s'exerçant sur le bulbe, ne parviendrait pas à prévenir ou faire cesser le vomissement ou la nausée, quelle qu'en soit la cause [1]. Depuis cette époque, nous avons procédé à des expériences qui ont confirmé cette hypothèse.

Dans son livre *les Asphyxies accidentelles*, M. Cot indique que les fakirs et masseurs hindous frictionnent et massent la région bulbaire des noyés, et il préconise pour les asphyxiés, et surtout les noyés, d'agir sur le bulbe.

Nous avons réalisé par l'électricité l'effet thermique nécessaire; aux environs de 50°, il s'est révélé efficace après une durée d'application variant généralement de 2 à 10 minutes.

C'est ainsi qu'il a pu être observé sous l'écran radiologique que l'action thermique sur le bulbe faisait disparaître les spasmes du pylore qui n'avaient pas cédé à la thérapeutique habituelle, et permettait aux contractions du pylore de reprendre leur rythme normal.

De même, on peut constater cliniquement, au moyen du stéthoscope appliqué sur la région gastrique, que l'action thermique sur le bulbe fait disparaître la tension de l'épigastre, favorisant rapidement le passage dans le duodenum.

Les vomissements de la grossesse, d'autres résultant de troubles hépatiques ou gastriques, les nausées dues aux divers modes de locomotion : chemin de fer, automobile, bateau (mal de mer), avion, etc., ont été rapidement enrayés dans la presque totalité des observations.

Des migraines et insomnies ont été influencées très favorablement, l'urticaire atténuée, de même la rhinite spasmodique des asthmatiques.

On a constaté, enfin, un effet calmant et régulateur du système nerveux, ce qui permet d'espérer des résultats favorables dans d'autres affections.

Des nombreuses observations, fournies tant par des patients que par des médecins et rassemblées par nous, il résulte que l'action thermique sur le bulbe a donné un plein succès dans la proportion de plus de 90 pour 100 des cas.

---

[1] Pli cacheté déposé le 7 avril 1930, sous le n° 10286, ouvert le 8 mai 1933.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Syndrome anatomo-clinique tabétique à la suite de l'inoculation intrapéritonéale de virus lympho-granulomateux (maladie de Nicolas-Favre).* Note [1] de MM. **C. Ionesco-Mihaesti, A. Tupa, B. Wisner** et **G. Badenski**, présentée par M. Roux.

Depuis notre première Communication [2] sur la production expérimentale d'un syndróme aigu pseudotabétique, chez le singe, à la suite de l'inoculation de virus filtré de lymphogranulome inguinal (maladie de Nicolas-Favre) nous avons pu observer d'autres cas similaires en utilisant le même virus, appliqué dans des conditions analogues et par la même voie : cerveau et péritoine, simultanément.

En analysant de plus près les phénomènes, nous sommes arrivés à la conclusion que l'évolution particulièrement rapide de ce syndrome anatomo-clinique était dû en partie au mode d'inoculation utilisé, c'est-à-dire l'association de la double voie transcranienne et péritonéale.

Dans nos expérience ultérieure nous avons plus particulièrement pratiqué d'inoculation péritonéale seule, en vue de la production d'une maladie à évolution plus lente. S. Hellerstöm et E. Wassen avaient déjà signalé la possibilité d'infecter le singe par l'inoculation intrapéritonéale du virus lympho-granulomateux [3]. Pourtant malgré l'existence de lésions inflammatoires dans la cavité abdominale, leurs animaux n'ont présenté aucun signe faisant présumer des localisations nerveuses du virus.

Les expériences dont nous communiquons ici les résultats ont porté sur 11 singes : 2 *Mac. Cynomolgus* inoculés avec du virus de passage ; 3 *Cynomolgus* inoculés avec la souche 5.H., origine ; 5 *Cynomolgus* inoculés avec du virus de deuxième et quatrième passages, et 1 *Callitryche* inoculé avec le virus de passage. Tous ces animaux avaient reçu le virus lymphogranulomateux, filtré ou non filtré, par la voie péritonéale.

Parmi ces 11 singes, 7 ont présenté après une incubation variable (de 7 à 18 jours, et même 35 jours dans un seul cas) des troubles nerveux indiscutables. Les 4 autres n'ont présenté que des phénomènes cliniques trop légers et fugaces pour être appréciés avec certitude pendant la vie. Les symptômes consistaient dans la plupart des cas en une difficulté dans les mouvements du train postérieur. Les animaux montrent de l'incertitude des mouvements des membres inférieurs ; ils manifestent une certaine

---

(1) Séance du 8 mai 1933.

(2) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 562.

(3) *Zeitschrift für Immunitätsforschung*, **73**, 1931-1932, p. 110-114.

répulsion à changer de place. Tous ces phénomènes initiaux s'accentuent par la suite et, après une période stationnaire, on note une parésie évidente des membres inférieurs.

Souvent après cette première phase caractérisée par des troubles moteurs, une période plus ou moins longue de rémission apparente s'installe, pendant laquelle l'animal se cachétise lentement. Dans des cas à évolution plus rapide, des périodes de rémission alternent avec des épisodes d'exacerbation : on constate une aggravation des phénomènes moteurs ; l'animal laissé en liberté se meut avec difficulté ; il montre une certaine incoordination dans les mouvements des membres inférieurs ; il essaye de courir en traînant le train postérieur et s'aidant par les mains. Il n'y a pas pourtant de vraie paralysie des membres. Dans des cas plus avancés on constate en plus de véritables troubles de l'équilibre : l'animal tombe, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre et traîne avec difficulté ses membres inférieurs parétiques. Nous avons pu tenir en observation certains de nos animaux assez longtemps (120 à 135 jours), ne les ayant sacrifiés qu'à la dernière période, pour noter la *cachectisation progressive* qui accompagne régulièrement les phénomènes morbides décrits.

Sans insister sur les lésions trouvées à l'autopsie, signalons seulement que l'examen histologique des coupes pratiquées dans le *sciatique* nous a constamment révélé la présence de lésions inflammatoires. D'autre part, sur des coupes pratiquées à différents niveaux dans la moelle cervicale, dorsale et lombaire, on observe une dégénérescence des tubes nerveux au niveau des cordons postérieurs, à l'endroit du faisceau de Burdach et de Goll, offrant l'aspect histopathologique typique du tabes dorsal ; les cordons antérieurs de la moelle restent intacts.

Conclusion. — Les phénomènes cliniques et les lésions histopathologiques provoquées chez le singe par l'inoculation expérimentale du virus de lymphogranulome inguinal (Nicolas-Favre) dans le péritoine rappellent d'une manière frappante ceux observés dans le tabes humain. Cette constatation justifie notre hypothèse du rôle étiologique probable que le virus lymphogranulomateux aurait dans beaucoup de cas de tabes humain, d'autant plus que dans des recherches en cours nous avons obtenu une réaction de Frei positive dans plusieurs cas de tabes chez l'homme.

A 16^h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 30^m$.

A. Lx.